

國立臺灣師範大學  
音樂學系碩士班音樂教育組  
碩士論文

聆聽古典音樂與工作記憶情境於  
大學生腦波反應之研究

The Effects of Classical Music Listening and Working  
Memory on Brainwaves for Undergraduate Students

研究生：何翊嘉  
指導教授：莊惠君 博士  
2014年6月



## 謝誌

感謝老天爺，讓我在身兼數職的碩士班生活，還能趕在最後一刻完成我的論文，拿到畢業證書真的只有痛哭流涕可以形容啊！

這本論文能完成真的要謝謝指導教授—莊惠君老師。剛進碩士，老師就讓我參加國際腦科學研討會，還拿到公館校區 MEG 的使用證書！這三年半，老師扮演著亦師亦母的角色，在產學合作階段不斷的教導我待人處事的道理；寫論文時，讓我自己選擇自己想要的題目，撰寫過程時常包容我天馬行空無法聚焦，得不斷地幫我導出重點，點出我的盲點；更辛苦的在後面，我的文筆一直都沒有很好，雖然可以很清楚用口語表達出我要的意思，但是無法轉化成精煉的文字放在論文中，老師一直很努力地告訴我怎樣寫會更好，這一路真的很謝謝老師。另外也要謝謝吳舜文老師，擔任計畫與 final 的口試委員，細心的指出我還需要修正與疏忽的地方；也要感謝林小玉老師擔任計畫口試的委員，在口試時稱讚研究內容很重要；最後也要感謝陳曉嫻老師擔任 final 口試委員，釐清研究架構的錯誤，也很謝謝老師貼心地留下一張漂亮的字條鼓勵我。感謝你們專業的思維與細心把關，讓我的論文內容能更加完善。

接著要感謝我的家人，謝謝我的父母總是包容著我無上限的壞脾氣，我一伸手需要幫助，也無私地給予我最大的援助，隨時關心我的身體與心靈的狀態。再來要非常謝謝親愛的妹妹，還好你念醫科啊！一開始根本不懂大腦是什麼時，還特地把中文的解剖學給我看，也拿著簡報一一講解大腦的構造，雖然現在可能只記得不到十分之一。開始寫論文後，每次看不懂的文獻，你總能緊急救援，還能幫我下載成大的論文。

接著要感謝智威，在臺北的接近八年的生活總是有你陪伴，而我壓力很大時願意當我的出氣筒，也願意幫我看論文的修辭，雖然邊看邊碎念看不懂我在寫什麼。另外也要謝謝遠從美國回來度假的譽馨，緊急幫我看英文摘要。也要謝謝音教組的夥伴們這三年半的陪伴，以後還是要常常一起吃飯紓解情緒！另外要特別謝謝玟蓓，常常先幫我「探路」，不論是論文的格式，或是申請口試，每次有問題問你總是能得到解答。另外也要謝謝 MEG 實驗室幫助我的每個人，讓我國科會的數據能如期收集完成，也能如期截好檔案。

最後謝謝在碩士班認識的每個人，不論是辦公室的行政人員，或是兼課學校的老師們，謝謝你們在我忙碌的時刻關心我。

## 摘要

本研究旨在探討有無工作記憶情境的影響下，大學生聆聽古典音樂是否能提升其腦波  $\alpha$  波達到放鬆的感受。本研究採準實驗研究，首先，由研究者挑選 5 首古典音樂，以 10 位師大音樂系與 10 位非音樂系的學生為研究對象。以 NeuroSky 的腦波耳機蒐集受試者分別於有無工作記憶情境之下、以及有無聆聽音樂時的腦波情形。

根據研究結果，本研究結論如下：

- 一、腦波容易受到身體狀況影響，但工作記憶的刺激會提升受試者  $\beta$  能量值。
- 二、無論是否有工作記憶的刺激，音樂系的學聆聽音樂的  $\alpha$  值比非音樂系學生高。
- 三、腦波  $\alpha$  值最高點通常位於樂曲的樂段結束、出現終止式、出現長音時以及樂曲最高潮結束後。
- 四、工作記憶後，有聆聽古典音樂的  $\alpha$  值會上升，且較迅速恢復到基礎線； $\beta$  能量值下降的程度較大。
- 五、聆聽古典音樂的真實生理放鬆反應，與認知放鬆感覺非常不一樣；實際生理上的放鬆數據，高於個人認知的放鬆感覺。

最後，本研究根據結果提供音樂工作者、未來研究與音樂聆聽者音樂與腦波之相關建議。

關鍵詞：腦波、古典音樂聆聽、工作記憶

# Abstract

The purpose of this study was to investigate whether listening to classical music could enhance alpha brainwaves and relaxing mood either after the working memory condition or not. This study was conducted as a quasi-experimental research. Five classical music segments for 10 music-majored students and 10 non music-majored students were selected. Then, NeuroSky's brainwave headset was applied to collect the subjects' brainwaves data.

The first experiment was designed to figure out how alpha brainwaves changed while the participants listening to classical music, and to analyze the correlation and differences between the alpha brainwaves and personal feelings of relaxation. The second experiment was to find out how alpha and beta brainwaves changed when the participants listen to classical music after working memory conditions.

According to the results and discussion, conclusions of this study are as follows:

- 1) Physical conditions may affect brainwaves. The values of beta brainwave may increase after working memory conditions.
- 2) For music-majored students, the level of their alpha brainwaves is higher than those non music-majored, no matter if they were after the working memory conditions or not.
- 3) The alpha brainwave usually reaches the climax at the end of the music with the cadence, or right after an intensive music phrase.
- 4) After working memory conditions, listening to classical music will increase listeners' alpha brainwave and quickly back to the values of baseline. On the other hand, beta brainwave would decrease more while subjects listening to classical music.
- 5) There exist differences between music listeners' physiological relaxation responses and cognitive relaxation feelings to the music; the former is more than the latter.

Finally, many suggestions related to music listening and brainwaves were given to musicians, researchers, and music listeners.

Keyword : brainwaves 、 classical music listening 、 working memory

# 目次

謝誌.....	i
摘要.....	ii
Abstract.....	iii
目次.....	iv
表次.....	vi
圖次.....	vii
<b>第一章 緒論.....</b>	<b>1</b>
第一節 研究動機.....	1
第二節 研究目的.....	4
第三節 研究問題.....	5
第四節 名詞釋義.....	6
第五節 研究範圍與限制.....	8
<b>第二章 文獻探討.....</b>	<b>9</b>
第一節 工作記憶理論與相關研究.....	9
第二節 音樂、心理、生理之相關研究.....	17
第三節 腦波與音樂的相關研究.....	23
<b>第三章 研究方法.....</b>	<b>33</b>
第一節 研究設計與架構.....	33
第二節 研究對象.....	35
第三節 研究工具.....	37
第四節 研究步驟.....	46
第五節 資料分析.....	48
<b>第四章 結果與討論.....</b>	<b>49</b>
第一節 無工作記憶聆聽音樂腦波分析情形.....	49
第二節 有工作記憶後聆聽音樂腦波分析情形.....	58
第三節 有無聆聽音樂腦波之差異分析.....	66
<b>第五章 結論與建議.....</b>	<b>69</b>
第一節 結論.....	69

第二節 建議.....	71
參考文獻.....	75
附錄一.....	84
附錄二.....	85
附錄三.....	87
附錄四.....	88

## 表次

表 2-1 運用腦機介面技術晶片之學術論文.....	29
表 3-1 受試者基本資料一覽表.....	35
表 3-2 校外樂器學習.....	36
表 3-3 音樂性相關社團參與.....	36
表 3-4 放鬆古典音樂合輯名稱表.....	37
表 3-5 曲目列表.....	38
表 3-6 受測用音樂分析表.....	39
表 3-7 實驗曲目順序.....	40
表 3-8 預試樣本分析（一）.....	44
表 3-9 預試樣本分析（二）.....	45
表 4-1 不同背景在無工作記憶聆聽樂曲上原始 $\alpha$ 能量值差異比較.....	49
表 4-2 不同背景在無工作記憶聆聽樂曲上 $\alpha$ 能量值上升百分比差異比較.....	51
表 4-3 不同背景在聆聽樂曲上 $\alpha$ 能量值達最高峰的秒數差異比較.....	53
表 4-4 放鬆感受與 $\alpha$ 能量值之相關情形.....	56
表 4-5 受試者工作記憶與聆聽樂曲的 $\beta$ 能量上升或下降比率.....	59
表 4-6 不同背景在工作記憶後聆聽樂曲上 $\alpha$ 能量值差異比較.....	59
表 4-7 不同背景在工作記憶後聆聽樂曲 $\alpha$ 能量值達最高峰的秒數差異比較.....	61
表 4-8 不同背景在工作記憶後聆聽樂曲的整體 $\beta$ 能量值下降百分比差異比較.....	63
表 4-9 不同背景在工作記憶後聆聽樂曲上 $\alpha$ 能量上升百分比差異比較.....	64
表 4-10 工作記憶後「無聆聽音樂」及工作記憶後「聆聽音樂」原始 $\alpha$ 能量值差異情形.....	66
表 4-11 工作記憶後「無聆聽音樂」及工作記憶後「聆聽音樂」秒數差異情形.....	67
表 4-12 工作記憶後「無聆聽音樂」及工作記憶後「聆聽音樂」 $\alpha$ 、 $\beta$ 能量值上升比率差異情形.....	68

## 圖次

圖 2-1 訊息處理心理歷程圖示.....	9
圖 2-2 工作記憶模型.....	10
圖 2-3 工作記憶與短期記憶關係圖.....	11
圖 2-4 內分泌與交感神經系統作用機制.....	19
圖 3-1 研究架構圖.....	34
圖 3-2 評測系統.....	41
圖 3-3 編號 033 受試者三首曲目，上圖為 MEG 結果，下圖為腦機耳機介面結果.....	43
圖 3-4 由左至右為腦波耳機、訊號發射器、數據收集盒.....	43
圖 3-5 研究流程.....	47



# 第一章 緒論

本研究旨在探究—大學生在工作情境後聆聽音樂的腦波改變情形，本章分別敘述研究動機、研究目的、研究問題、名詞釋義及研究範圍與限制等。

## 第一節 研究動機

翻開醫學史，在歐洲醫學萌芽地——希臘，於西元前四百年，音樂被視為一種足以「訴說人心」的語言。古希臘人們必須修習音樂與體育，才能符合「身心靈平衡的優良市民」的標準。他們認為，音樂會影響人的道德，甚至不同調式的音樂，會帶給人們情緒及人格的影響（林珍如、夏荷立譯，1999）。當時的東方，孔子曰「興於詩，立於禮，成於樂」，以音樂為人格修養的最高境界，由音樂感化人心，以達樂教之功效（歐秀慧，2006）。現代美國醫學報告指出，聽古典音樂可使血液壓力激素濃度減少，換句話說，古典音樂可代替藥物，使病患放鬆，緩和壓力，藉以達到類似麻醉的功效（林珍如、夏荷立譯，1999）。綜合以上觀點，無論古今中外皆認為聆聽音樂會影響心理或生理。

雖說音樂被認為會影響心理或生理，但我們想要進一步瞭解的是，音樂對於心理層面的人性、意念所產生的影響（歐秀慧，2006）。Reimer（2003）的 *A philosophy of music education: Advancing the Vision* 提及，「音樂情緒感受」多次被強調主要是為了澄清人類心智（mentality）的感受，以及在各個文化中「音樂情緒感受」的重要性。此外，Reimer 提到神經學研究學者 Antonio Damasio 對於「音樂情緒感受」的解釋：人類的感覺（feeling）很可能是知覺自己本身的關鍵，也是人類認知中必要的成分。近年的腦神經科學研究興起，讓我們可以透過腦波變化圖來解釋，音樂對人類的心理與生理上的影響。

現代繁忙的社會，人生不論是求學階段，還是工作階段，難免遇到各種挫折、逆境，有些人可能會引發焦慮與壓力、進而不知所措、逃避、退化、或甚至有吸毒、自殺等行為（賀豫、黃雅文，2008）。依據每年五月在行政院衛生署的自殺通報統計中，民國 99 年自殺死亡率首次退出國人十大死因（行政院衛生署，101 年 5 月 11 日），但是單看 15~24 歲的自殺率可發現，民國 91~100 年並沒有下降的趨勢，其中於民國 100 年全國 15~24 歲的自殺死亡人數，高達 168 人。最新衛生福利部統計處統計 101 年，除了連江縣自殺死亡率未列入排名，其餘各縣市自殺死亡率的排名位於第八位至第十二位，自殺死亡率排名越後面的縣市是生活步調比較緩慢的縣市，為嘉義縣市、屏東縣、臺東縣、花蓮縣，由此可見，如何放鬆是現代人需要正視的課題。

根據 Erikson 心理社會發展的八階段理論，大學生剛好位於第五階段的統合與角色混亂以及第六階段的親密與孤獨（張春興，2007）。研究者認為，此時是身心發展正面臨轉變的階段，大一處於自我統整與角色混淆的階段的末期，假使自我統整出現問題，又沒有人適時引導，進入第六階段時，無法做好自我統整的人較難與他人有親密感，更容易有悲觀、焦慮的情況出現，當遇到課業、家庭、人際等不同的壓力出現時，則較難自我克服。

林威志、邱安煒、徐建業、邱泓文（2005）的研究提及，音樂對個體的影響，可以透過中樞神經系統（central nervous system, CNS）和自主神經系統（autonomic nerve system, ANS）反映出來。大腦為中樞神經系統中的一部份，不同頻率的腦電波（electroencephalography, EEG）可以反映出中樞神經的狀態。林威志等（2005）此篇研究的對象為 18 位臺北醫學大學的學生，研究結果發現兩項要點：其一音樂對  $\gamma$  波的影響相當顯著，無論是舒緩音樂或搖滾樂皆使受試者的  $\gamma$  波能量上升；其二音樂喜好程度與  $\alpha$  波呈現正相關， $\alpha$  波則是代表個體放鬆的程度。由於研究者本身長期學習古典音樂的背景，因此希望透過本研究瞭解聆聽古典音樂是否能幫助人們增強大腦  $\alpha$  波，以達到放鬆的效果，此為研究動機一。

日常生活我們不斷使用工作記憶的腦區，使大腦持續呈現激活的狀態，此行為經長時間將會讓人體感受到壓力，且此狀態持續過久，亦會產生不良影響。Masahira、Shinobu 與 Jun（2007）的研究中提出，緩慢的音樂對於壓力有良好的舒緩效果，研究認為樂曲的速度對於人的情感效價（affective valence or mood direction）與心理生理喚起程度（psychophysiological arousal or mood strength）之間有高度相關。此研究對象為日本 20 位大學生，此研究結果發現：負面的情緒（尤其是緊張與壓力）會帶來挫折、矛盾（衝突），皆會造成人體自我平衡被破壞，這與腎上腺素的釋放有關，當腎上腺素增加，血糖、血壓會升高，心跳會加速，而唾液分泌會減少；壓力越大，音樂舒緩情緒的效果也越高，美妙的音樂能分散負向的緊張壓力，降低血壓與心跳速度，尤其在心跳以及呼吸速率的檢測結果最為顯著，並且，速度較慢的曲子，對舒緩情緒的效果較良好。

目前文獻指出，大學生轉移壓力讓個體放鬆的因應策略包括五個層面：放鬆分心、認知調整、情緒發洩、社會支持與問題解決。其中放鬆分心方面，大學生對於壓力的因應策略，是藉由聆聽音樂來轉移自己的注意力以放鬆身心（王春展、潘婉瑜，2006；許育銓、施以諾、陳美伶、謝弘一、林宛儀，2010）。音樂能有轉移不愉快的情緒與壓力之效用，但是，聆聽音樂的放鬆效果因人而異，當聆聽者對樂曲越喜愛或是有較多音樂

學習背景時，音樂所產生的效果越大，其聆聽放鬆音樂時，腦部產生  $\alpha$  波與  $\theta$  波的程度會高於完全沒有音樂學習背景的人（歐秀慧，2006；鄭心怡，2007；謝麗鳳、劉淑珍、林惠蘭、陳美碧，2008）。

日常生活持續激活大腦的工作記憶腦區，產生負面的生理與心理狀態，透過聆聽音樂可將身心狀態轉變為正向的狀態。此外，音樂學習背景不同時，聆聽音樂後得到的放鬆效果也不一樣，故研究者想瞭解不同背景的大學生在工作記憶情境後聆聽古典音樂，是否能提升不同背景的大學生的  $\alpha$  波，此為本研究動機二。

近十五年來，腦波是全球新興的研究題目。臺灣博碩士論文從 1994 年至今，音樂與腦波的相關論文總篇數共 11 篇，發表科系為電子、電機工程或是醫學科系，並無任何音樂相關科系。再者，音樂選曲出現兩種情形，其一為僅選擇 2 至 4 首，風格完全不同的曲目，例如：古典音樂與搖滾音樂；其二為受測人數較少，且連續播放多首相似類型的曲目，例如：「腦波訊號音樂」。無論哪一種選曲方式，都將整首音樂視為一個整體，鮮少討論音樂本身相關內容，如樂曲結構、樂派等。研究者有幸在研究所求學的階段，接觸腦波相關議題與不同腦波的施測儀器，因此希望能以音樂人的角度，結合最新的腦科學議題，透過儀器測量，來瞭解不同的腦波波段與音樂本身內容之間的相關，此為研究動機三。

## 第二節 研究目的

基於以上研究動機，本研究目的如下：

- 一、大學生無工作記憶情境時，其聆聽音樂的  $\alpha$  波與放鬆感受情形。
- 二、大學生於工作記憶情境後，其聆聽音樂的腦波情形。
- 三、大學生在工作記憶情境後「無聆聽音樂」與「有聆聽音樂」之腦波差異情形。

### 第三節 研究問題

依據本研究目的，相關研究問題如下：

- 一、大學生無工作記憶情境時，其聆聽音樂的  $\alpha$  波與放鬆感受情形為何？
  - (一) 整體大學生於無工作記憶情境時，其聆聽的音樂腦波為何？
  - (二) 不同性別大學生於無工作記憶情境時，其聆聽的音樂腦波為何？
  - (三) 不同科系大學生於無工作記憶情境時，其聆聽的音樂腦波為何？
  - (四) 不同音樂學習背景大學生於無工作記憶情境時，其聆聽的音樂腦波為何？
  - (五) 整體大學生對於樂曲的放鬆感受與  $\alpha$  波測量結果是否有顯著相關或顯著差異？
  - (六) 不同科系大學生對於樂曲的放鬆感受與  $\alpha$  波測量結果是否有顯著相關或顯著差異？
- 二、大學生於工作記憶情境後，其聆聽音樂的腦波情形為何？
  - (一) 整體大學生於工作記憶情境後，其聆聽的音樂腦波為何？
  - (二) 不同性別大學生於工作記憶情境後，其聆聽的音樂腦波為何？
  - (三) 不同科系大學生於工作記憶情境後，其聆聽的音樂腦波為何？
  - (四) 不同音樂學習背景大學生於工作記憶情境後，其聆聽的音樂腦波為何？
- 三、大學生於工作記憶後「無聆聽音樂」及工作記憶後「聆聽音樂」之腦波是否有顯著差異？
  - (一) 整體大學生於工作記憶後「無聆聽音樂」及工作記憶後「聆聽音樂」之腦波是否有顯著差異？
  - (二) 不同性別大學生於工作記憶後「無聆聽音樂」及工作記憶後「聆聽音樂」之腦波是否有顯著差異？
  - (三) 不同科系大學生於工作記憶後「無聆聽音樂」及工作記憶後「聆聽音樂」之腦波是否有顯著差異？

## 第四節 名詞釋義

本節針對本研究所提及之重要名詞說明如下：

### 一、工作記憶（working memory）

工作記憶又稱為運作記憶，為短期記憶的其中一種，是將感官接收的新訊息增加思維與心理運作。工作記憶為訊息處理的第二階段的記憶，此種記憶能保持 20 至 30 秒，為日常生活中，經常使用的記憶類型，例如：瀏覽書籍、查閱電話後撥號等（張春興，2007；2010）。工作記憶與運作記憶的原文皆為 working memory，目前在臺灣的文獻上，大部分醫療文獻類譯為「運作記憶」，教育類則譯為「工作記憶」。

本研究施測的工作記憶情境，參考 Hiroka 和 Ohira(2003)的 **Stroop Color-Word test** 以及 Masahira、Shinobu 與 Jun(2007)的研究。前者為 **Stroop Color-Word test**，在 Hiroka 和 Ohira 實驗，是以 A4 紙張以不同墨水印製顏色的字卡，本研究則將其全部影像化，以軟體 E-prime 2.0 設計實驗。後者的研究以加減法數學演算為壓力情境，每一題有 4 秒鐘的回答時間，回答方式為四選一的單選題，當受試者回答錯誤時，電腦會發出尖銳的聲響來告知受試者回答錯誤，當錯誤達 25 題時，前方的氣球會破裂。由於本研究只需要工作記憶情境，因此將氣球破裂的壓力情境移除，加減法數學運算內容包含個位數與十位數的加法與減法，並將回答時間縮短為 3 秒鐘，避免回答時間過長而失去工作記憶情境。

### 二、腦波（brainwaves）

腦波是大腦內部每個神經元和上千個神經元相互連結所產生的電位變化。正常、且腦部未開過刀的腦波頻率大略可分為以下九個波段，分別為： $\delta$  波、 $\theta$  波、 $\alpha$  波、 $\beta$  波、 $\gamma$  波、 $\lambda$  波、 $\sigma$  波、 $\kappa$  波、 $\mu$  波。在非醫學類文獻，主要討論前五種波段，後四種波段屬於特定狀態下，突發的波形，例如： $\lambda$  波為眼睛受到光線刺激後 100 毫秒，枕葉位置會記錄到的正電波，因此，並不會因為人類活動而產生不同變化。以下分別陳述常見的五種波段。

$\delta$  波，又稱沉睡波，是指活動較緩慢的腦波，其在腦電圖上的形狀則是平緩的曲線； $\theta$  波為潛意識的腦波，與記憶、情緒、信念、個性有關，是靈感與創造力的來源； $\alpha$  波，又稱鬆弛波，是意識與潛意識之間的橋樑腦波，是想像力的來源，通常在個體閉眼，或放鬆的狀態下出現； $\beta$  波，又稱為忙碌波，屬於低振幅，高頻率的腦波，通常出現在清醒時，主要是智力（邏輯思考、推理、計算）所需的腦波來源； $\gamma$  波，是覺醒與專注的

代表腦波，在大腦活動增加或執行特定工作時，相關的局部大腦皮質會有增強的現象，通常與認知有相關（莊佩旻，2005；孫光天、許家彰、李耀全、孫嘉臨，2007；楊玉齡，2012；關尚勇、林吉和，2007）。

本研究所指的腦波，係採 Neurosky 的腦波頻測系統( Brain-Computer Interface, BCI) 擷取受測者的五種波形之儀器，包含  $\delta$  波、 $\theta$  波、 $\alpha$  波、 $\beta$  波、 $\gamma$  波，本研究探討的腦波為  $\alpha$  波、 $\beta$  波，係以能量值為計算單位。

### 三、音樂學習背景 (music training background)

Abeles 與 Chung (1999) 提出音樂學習背景定義為大學階段就讀音樂相關學系，或者透過問卷分類其音樂學習背景的高低；根據黃靜芳 (2010) 提到音樂訓練是指 (1) 目前就讀音樂科系或音樂輔系者；(2) 高中、國中或國小曾經就讀於音樂班總年限長達三年以上；(3) 接受個別音樂課程總年限長達五年以上；(4) 參與音樂的社團活動總年限長達五年以上。

本研究所指的音樂學習背景包含 3 種項目，包含問卷選擇：(1) 偏好聆聽古典音樂 (2) 接受個別樂器課程總年限達五年以上 (3) 參與音樂社團活動總年限達五年以上。若三項皆符合則為高階音樂學習背景，兩項符合為中階音樂學習背景，一項符合或是一項以下為初階音樂學習背景。

## 第五節 研究範圍與限制

本研究旨為探討大學生在工作情境後聆聽音樂的腦波情形，茲針對本研究之研究對象、研究變項及研究範圍與限制進行說明。

### 一、研究對象

本研究之研究對象為國立臺灣師範大學大學部與研究所學生，採自願報名，故本研究無法推論至其他大學或其他受試者。儀器測量的結果僅能反映受試者當天的腦波狀態或相似的生理狀態，並不能推論到與受試者當天生心靈狀態差異太大的時間點。

### 二、音樂類型

本研究的樂曲段落挑選市面上標示放鬆音樂的古典音樂合輯，於博客來網路書店，以放鬆音樂為關鍵字，刪除單一作曲家的專輯，之後根據 Salimpoor、Benovoy、Longo、Cooperstock 與 Zatorre (2009) 提及聲樂曲的歌詞會帶給受試者聯想影響腦波結果，因此聲樂曲剔除。研究者挑選 15 首古典音樂，再經由 54 位學生圈選放鬆與憂鬱程度後挑選出放鬆程度最高與憂鬱程度較低的 5 首樂曲，因此本研究結果只限於此五首古典音樂，並不推論於其他古典音樂，或是其他類型的樂曲。

### 三、研究工具限制

本研究的測量儀器為 Neurosky 的腦波頻測系統，所測得的腦波頻率為前額葉 0.5Hz ~ 39.7Hz 腦波，已包含  $\delta$  波、 $\theta$  波、 $\alpha$  波、 $\beta$  波、 $\gamma$  波，五種常見的腦波，但並無法測得超出此範圍的  $\gamma$  波，此外，本研究只關注於  $\alpha$  波、 $\beta$  波的能量值，其餘的腦波頻率或其他部位腦波並不分析。

## 第二章 文獻探討

本章共分成三節，第一節探討工作記憶理論與相關研究、第二節探討音樂、生理、心理之相關研究、第三節探討腦波與音樂的相關研究，茲分節說明如後。

### 第一節 工作記憶理論與相關研究

本節將分別探討「工作記憶定義」及「工作記憶相關文獻」。

#### 壹、工作記憶定義

記憶是對於學習到的經驗將其保留在類似的情境出現時，可直接重現的心理歷程（張春興，2010）。依據記憶的功能性，可分成編碼（encoding）、儲存（store）與提取（retrieval）（周育如、樂可天，2013；張春興，2007），根據特性則可分成感覺記憶、短期記憶以及長期記憶（鄭麗玉，1993；張春興，2010）。

當人類透過感官接收外環境中的刺激時，經由感官接受後，會產生短暫的記憶，此種記憶的特色為時間短暫（三秒鐘內）地保持刺激原貌，如同照相機或是錄音機。感官收錄後，再經注意而延續到 20 秒以內的記憶，並產生簡單的行為。例如：將查到的電話號碼至按號碼的階段，此種記憶即為工作記憶。最後經由不斷地複習而進入人類的長期記憶（圖 2-1）。

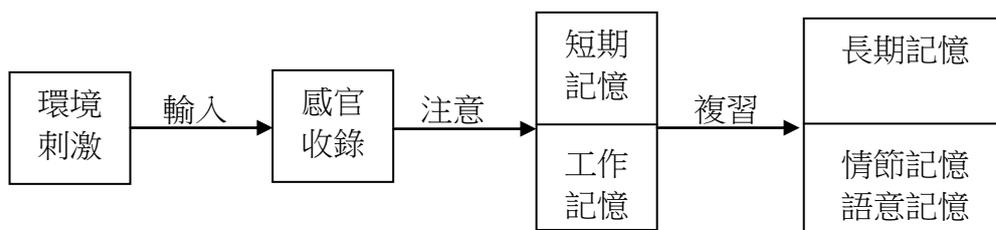


圖 2-1 訊息處理心理歷程圖示

資料來源：張春興（2003）。**教育心理學**。臺北市：臺灣東華書局。144 頁。

短期記憶早先被稱為初期記憶（primary memory 或 elementary memory）（李玉琇，2000），Cowan（1997）也提出短期記憶為工作記憶（working memory）的一種功能。工作記憶主要是儲存剛接收到的刺激，本身則包含注意力的運作過程，是個體在面對訊息和事件中，可同時儲存訊息，又可進一步處理訊息的動態機制（Baddeley & Hitch, 1974），因此工作記憶的實驗作業比短期記憶的實驗作業更能反映個體認知功能上的差異。

工作記憶模型又以 **Baddeley** 與 **Hitch** 最初提出的模型最著名，在此模型中，工作記憶可分成以下幾個部分，一個中央執行系統(**central executive**)以及兩個子系統(圖 2-2)，語音迴圈 (**phonological loop**) 與視覺空間模板 (**visuospatial sketchpad**)。中央執行系統負責分配訊息至兩個子系統，以及監控兩個子系統的訊息處理；語音迴圈可再細分成儲存語音訊息以及主動覆誦語音處理，來避免資訊衰退；視覺空間模板也分成兩個部份，其一為視覺系統，另一為空間系統，可以建構或操作視覺圖型，也負責心理地圖的呈現，當兩個子系統中，有訊息無法解讀時，會將訊息歸還給中央執行系統(周育如、樂可天，2013；林曉昫、徐芝君、陳學志、邱發忠，2013；Baddeley & Hitch, 2000)。



圖 2-2 工作記憶模型

資料來源：周育如、樂可天（2013）。應用工作記憶理論促進學習成效之研究初探。慈濟大學教育研究學刊，9，7。

訊息處理過程中，工作記憶有五個特色，其一為容量有限且保存時間短暫；其二，可利用組塊增加工作記憶的容量；其三，能使人對刺激做出適當的反應；其四，儲存在工作記憶的編碼如果相同，將會互相干擾；其五為能邊接受刺激邊做出反應的心理活動，當活動的目的達到，短期記憶的作用就結束，如果不再做任何處理，記憶就會流失，便形成遺忘（李玉琇，2000；杜婉茹、孟令夫、王方伶、盧秋萍，2009；張春興，2007）。工作記憶的功能與日常生活緊密結合，其暫時性的儲存以及操作訊息的能力包含：談話、閱讀、學習、推理等，因此工作記憶也經常成為心理學及神經科學領域所研究的目標（王駿濠、蔡佳良，2009）。

Kail 與 Hall（2001）依據 Cowan 的理論，更進一步解釋短期記憶為工作記憶的子系統（圖 2-3），短期記憶在收集訊息之後，工作記憶需一直提供注意力，使訊息維持活化（**activated**）的狀態，其中年紀越小的兒童，訊息流量越大時，越容易受到注意力控制的影響；而工作記憶與短期記憶最大的差別在於，工作記憶本身包含儲存與處理的機制，但短期記憶僅有儲存的機制（陳湘淳、蔣文祁，2011；陳麒合，2003）；預測受試者閱讀理解能力研究顯示，工作記憶比短期記憶更能說明個人認知作業表現的差異，經由因

素分析，簡單廣度作業與短期記憶有關，而複雜廣度記憶測驗與工作記憶有關（Kail & Hall, 2001）。



圖 2-3 工作記憶與短期記憶關係圖

資料來源：Kail, R., & Hall, L. K. (2001). Distinguishing short-term memory from working memory. *Memory & Cognition*, 29(1), 2.

近年來，亦有探討工作記憶為「特殊性」（domain-specific）或是「一般性」（domain-general）（蔣文祈，2011）。根據Kane、Hambrick、Tuholski、Wilhelm、Payne與Engle（2004）的研究顯示，透過語言工作記憶與視覺空間工作記憶測驗，彼此結果有高度相關，因此認為工作記憶為一般性。林曉昀、徐芝君、陳學志、邱發忠（2013）探討工作記憶廣度與創造力表現的關聯性，研究結果發現，工作記憶廣度越大，創造力中的頓悟性思考的表現越好，且檢測頓悟性問題中的語文與圖形表現，與工作記憶的語音環或視覺空間廣度的關聯性中，並無顯著差異，也推論出工作記憶為一般性。然部分學者持相反意見，Shah與Miyake（1996）研究發現，語言廣度僅與語文作業表現有關，與空間表現力無關；空間的工作記憶也僅與空間表現力有關，與語文作業表現無關，因此認定，工作記憶為特定性。Hambrick與Engle（2002）探討工作記憶廣度與專業知識的相關性，結果發現專業相關知識的多寡，會影響處理類似專業知識的工作記憶效率，也推論出工作記憶為特定性。

心理學上，工作記憶會用來探討工作記憶的廣度，常見的測驗包含：雙作業廣度測驗（dual-task span）、two-back memory test 或是<sup>1</sup>Stroop Color-Word test 等。第一種測驗是將同時測量大腦儲存訊息以及運作的兩種過程，第二種為視覺上，會出現需要受試者回答的影像，但不能回答當下看到的題目，須回答前兩題的答案，最後一種為視覺上文義與真實顏色干擾的測驗（王駿濠、蔡佳良，2009；杜婉茹、孟令夫、王方伶、盧秋萍，2009；陳麒合，2003；Hiroka & Ohira, 2003）。

教育學者分析認知能力與工作記憶之間的相關性，結果能有效找尋學習困難的學生

---

<sup>1</sup> Stroop Color-Word test 為 Stroop, J. R.於 1935 年的實驗中，要求受試者念書寫文字的顏色時，會比直接念文字慢，瞭解注意力機制干擾對反應時間的影響。

或是研究發展中的兒童，如陳以青（2004）的研究，使用語文、數數字與視覺空間三種工作記憶測驗來施測不同類型的學習障礙學生，結果發現，閱讀障礙與數學學習障礙的學生僅在語文測驗中與普通學生達顯著差異，而不同年級的學生，不論何種學習障礙，工作記憶的廣度並不會隨著年級升高而增加；更進一步，會將學業成就與工作記憶做相關研究，來瞭解工作記憶的能力是否會影響學校的學業成就（毛雪慧，2004）。

工作記憶運作時，腦區的活動偏向前額葉皮質及顳葉區的活化，物件任務與空間任務分別仰賴額葉區和頂葉區來提取訊息，而語音迴圈中的儲存功能會特別活化布洛卡區（Broca area），視覺空間模板中的儲存功能會特別活化右腦的前運動區與部分額葉區（王駿濠、蔡佳良，2011；杜婉茹、孟令夫、王方伶、盧秋萍，2009；唐惠君、柯天路、卓俊伶、洪聰敏，2008；蔡卓宇，2007；d'Esposito, Aguirre, Zarahn, Ballard, Shin & Lease, 1998），心智活動增加， $\alpha$  能量值（alpha power）的強度會下降，與語文有相關的工作記憶時， $\beta$  能量值的強度會增加，其中  $\beta$  能量值的增加可直接反應出認知活動、注意力的增加（Costa, Arruda, Stern, Somerville & Valentino, 1997）。除了腦波可以檢驗出工作記憶，對於大腦的負荷之外，亦可從其他的生理訊號，測得工作記憶帶來的負擔。

## 貳、工作記憶相關文獻

工作記憶與生活息息相關，因此經常成為心理學及神經科學領域的研究目標。工作記憶在心理學層面研究，包含如何增加記憶廣度、工作記憶與不同類別的智能或學業的相關性、工作記憶於特定族群的表現，以及工作記憶衰退的情形來進行研究，以下對不同類型的研究分別陳述。

由於工作記憶容量有限，儲存時間短暫，當訊息流量超過負荷，很容易出現「失神」的現象，因此如何增加工作記憶的廣度是很重要的。陳湘淳、李玉琇（2005）研究顯示，經過圖像記憶的訓練的組別，閱讀記憶、簡單視覺空間廣度以及空間廣度，工作記憶的廣度優於未受記憶策略訓練的組別，但是對於語音的工作記憶廣度並無法受到記憶策略的訓練而增加。

工作記憶廣度，亦可用來檢測音樂家即興的能力。De Dreu、Nijstad、Baas、Wolsink 與 Roskes（2012）認為，即興是包含創造力與原創性，需要複雜高階的工作記憶能力，去安排、組織相關的音樂片段，並能短時間之內，控制自身肌肉完美的演出，此研究檢測 16 位阿姆斯特丹音樂院的大提琴女性學生，發現工作記憶容量較高的學生，即興的完整性、創意性也會略高於工作記憶容量較低的學生。除此之外，在 Franklin、Moore、

Yip、Jonides、Ratray 與 Moher (2008) 的研究中提及，音樂系的學生在語言的工作記憶廣度，大於非音樂系的學生，也更進一步說明音樂訓練能適時增加語言的工作記憶廣度與長期記憶的容量。

除了增加記憶廣度，國內外學者也探討了工作記憶廣度與兒童學業成就之間的相關性，以及中央執行系統與兩個子系統對不同學科的重要性。研究結果發現，工作記憶廣度與學校的語文、數學及科學成就測驗有極高的關聯性；語音迴圈系統的能力會影響語文、數學的成就測驗結果，因此可透過不同類型的工作記憶測驗，來瞭解低工作記憶的學生屬於哪一類型的學習障礙。(周裕欽，2000；蔣文祈，2011；陳學志，2012；賴孟龍，2012；Gathercole、李玉琇、王馨敏，2011；St Clair-Thompson & Gathercole, 2006)。

De Dreu、Nijstad、Baas、Wolsink 與 Roskes (2012) 提出工作記憶與與創造力之間的相關性，研究顯示，天才型的創意家通常是依靠工作記憶能力與創造的流暢力，而工作記憶本身能預測創造的流暢力、洞察力以及原始的構思能力，因此創造力無法只用智力去預測，且工作記憶的儲存量以及運作持久性，會影響創造力的表現。創造力對於開發性的工作是非常重要的能力，與工作記憶是相輔相成，而工作記憶本身也是個整合性的工作平臺，除了讓訊息分門別類在需要執行任務時，便於快速提取需要的資訊，在這個平臺上的概念被賦予的可變性程度，其實就是創造力的執行過程(田意民、許儷絹、戴浩一、楊育芳，2014；林緯倫，2006；林曉昀、徐芝君、陳學志、邱發忠，2013)。

公司應徵人才的過程也可透過檢測工作記憶的能力來篩選適合的職務，如：建築師、製圖工程師、土木工程師、戰鬥機飛行員等，不同的職業，視覺空間能力具有顯著差異。林煜超、陳芳瑩(2008)以及林漢裕、李玉琇(2010)研究中提及，與空間判斷的相關職業，都需使用到視覺空間的工作記憶，其研究結果顯示，經過有系統的空間工作記憶教學與訓練，可有效增加視覺空間工作記憶的能力，且接受訓練的內容越困難，工作記憶能力提升越顯著。

工作記憶是不可或缺的生活能力，但當年齡漸增，身體逐漸老化，工作記憶也會隨之退化，因此老人在運作工作記憶作業時，反應時間會較長，正確率也會降低(Hedden & Gabrieli, 2004)。為了避免工作記憶退化過快，而造成生活上的不方便，王駿濠、蔡佳良(2011)研究顯示，有長時間運動的老年女性，在視覺空間工作記憶的表現，相較於沒有長時間運動的老年女性，有比較良好的表現，且反應的緩衝時間也較短，運動類型又以桌球運動能有效提高老年女性的視覺工作記憶表現。

除了身體老化之外，也有研究指出，疾病也會造成工作記憶的能力退化。曾櫻枝、

袁瑞昱、鄭綺（2012）研究說明，巴金森氏患者長期接受左多巴治療後，會併發不同程度的認知障礙。研究中的 20 位巴金森氏患者，有服用左多巴且符合以下三個條件：其一無身體平衡問題且無規律運動者；其二臨床失智評量表（clinical dementia rating, CDR） $\leq 0.5$ ；其三能獨立完成注意力與工作記憶的測試。經過為期 12 週，每週 3 次一個小時的跑步機運動訓練，最後所有受試者接受注意力與工作記憶的測驗。結果顯示 20 位受試者的工作記憶反應時間皆有縮短，正確率也提高，可見運動對於巴金森氏症的患者在工作記憶上有避免過快退化的效果。

除了運動能減緩工作記憶退化，從事與音樂相關的活動也能得到相同的效果，例如：聆聽音樂、樂器演奏。Emery、Hsiao、Hil 與 Frid（2003）研究提及，33 位中年至老年的受試者，在運動時，配合聆聽韋瓦第（A. Vivaldi, 1678-1741）的《四季》（*The four seasons*, 1725）的樂曲，更能提升語文流暢度的工作記憶測驗的表現，此外也可配合音樂加上節奏律動訓練，來提升年長者在雙作業廣度測驗中的表現，同時也可順便改善年長者走路的步態；也可透過個別鋼琴課來提升大腦執行任務的功能以及工作記憶的表現（Bugos, Perlstein, McCrae, Brophy & Bedenbaugh, 2007；Maclean, Brown & Astell, 2013）。

綜合以上，工作記憶與生活息息相關，不論是智力、創造力、學業或不同職業，都占有一席之地，也因為與人們的日常生活如此緊密，當工作記憶退化，或是工作記憶的容量不足時，會造成生活上的不便，而透過適時的運動輔以聆聽音樂，能增進工作記憶的表現。

神經科學領域，近年利用腦電圖儀（electroencephalography, EEG）、正子放射掃描（positron emission tomography, PET）、功能性核磁共振腦造影（functional magnetic resonance imaging, fMRI）與事件關聯電位（event-related potential, ERP），來觀察工作記憶使用的腦區，以及增加工作記憶難度時，大腦運作的情形來做為研究方向（周育如、樂可天，2013）。

不同的年齡，不同的工作記憶形式，腦區活動的位置也會不完全相同。唐惠君、柯天路、卓俊伶、洪聰敏（2008）研究學齡前的幼童，經過 6 個月的持續運動後，執行工作記憶的大腦情形。發現顳葉區的高頻  $\alpha$  波（11~13Hz）及與其他腦區的網絡連結，是分辨工作記憶表現的關鍵，海馬體剛好位於顳葉區，主要功能為長期記憶的運作，因此，執行高難度工作記憶作業時，海馬體活動扮演重要角色，而運動可刺激海馬體活動，有助於連結神經元以完成工作記憶表現。不只是學齡前的幼童，大學生參與羽球訓練，可活化視覺空間的工作記憶表現，羽球表現越佳者，有較良好的早期知覺功能、空間位置

的注意力以及感覺動作的訊息轉換能力，在腦區方面主要是活化頂葉皮質區（王駿濠、蔡佳良、涂國誠、曾鈺婷、蔡馨梅，2010）。

d'Esposito 等人（1998）透過 fMRI 的檢測中年人的 two-back memory test 提出，語言、圖像的工作記憶與空間的工作記憶，皆為前額葉，語言、圖像的工作記憶主要分布於左前額葉，空間的工作記憶為右前額葉，當題目複雜度高過受試者時，例如改成 three-back memory test 時，大腦頂葉皮質區（parietal cortex）及頂葉側邊運動前區（lateral premotor）也會開始運作，來補足前額葉的工作記憶能力。不同的腦區，彼此之間除了互補外，當工作記憶的腦區會因為反覆出現相同的刺激時，個體會使該腦區的神經元數量增多，或是分泌多巴胺，來激活其他的腦區，進而升級工作記憶能力，使大腦在面對工作記憶，能運作的更順利（周育如、樂可天，2013；曾櫻枝、袁瑞昱、鄭綺，2012；Yu、FitzGerald、Friston，2013）。

持續使用工作記憶的腦區，大腦持續呈現激活的狀態，經過長時間是會讓人體感受到壓力的狀態。Hiroka 和 Ohira（2003）的研究，以 Stroop Color-Word test 做為壓力來源，為了確認 Stroop Color-Word test 能帶來壓力的實驗效果，於 Stroop Color-Word test 時，抽血檢驗正腎上腺素的壓力指數，與基礎線的正腎上腺素做差異比較，t 值達 2.602，達統計上的顯著水準（ $p < .05$ ），可見工作記憶會增加心智活動的強度，而提升  $\beta$  能量值。

工作記憶在我們平時生活時常用到，雖是一些簡易的工作，也會造成心智上的負擔，進而產生壓力。人類面對壓力時，腦下垂體會分泌荷爾蒙，刺激腎上腺素，幫助身體對外界採取應變措施（丁淑萍，2006；psychosomatic illness，1968；DiBona，2005），而當人類遭遇到，超過個體能負擔的狀態時，生理或心理上會感受到威脅，進而產生緊張不安的狀態，此種緊張狀態，會使人在情緒上產生不愉快或痛苦的感受，且此種狀態持續過久，會對人體產生不良影響。Hiroka 和 Ohira（2003）的研究中就有發現，於工作記憶後，檢驗<sup>2</sup>自然殺手細胞（natural killer cells，簡稱為 NK cells）數量，發現不做任何音樂介入的受試者，自然殺手細胞數量會隨著時間的流逝，而慢慢減少。換言之，人體的免疫力會降低，因此適時的輔助放鬆是必要的。

---

<sup>2</sup>natural killer cells 為淋巴前驅細胞的其中一種不具有免疫記憶的淋巴細胞，為免疫系統的防禦功能最前線。正常的細胞會顯示一個「訊號」，來告知自然殺手細胞。當自然殺手細胞遇到一個不會顯示「訊號」的壞細胞時，自然殺手細胞會對目標細胞發出一種致命的化學成分以穿透細胞壁，讓液體流出或流入，讓目標細胞破裂或死亡。

綜合上述，我們除了能理解工作記憶與生活密不可分，也瞭解增強工作記憶的重要性，也更進一步發現大腦經由長時間執行工作記憶時，對人體會造成的負擔，因此透過聆聽音樂來達到放鬆效果是對人體有益處的。

## 第二節 音樂、心理、生理之相關研究

本節以「音樂與心理的理論與研究」、「音樂與生理的理論與研究」及「音樂與放鬆的效果與研究」，分別探討音樂與人類的身心靈的相關性與研究結果。

### 壹、音樂與心理的理論與研究

自古以來，音樂就與人類的生活息息相關，也占有相當重要的地位，考古學家在古物遺跡中，已發現許多粗糙的打擊樂器，代表人類與音樂的長久關係。原始時代音樂除了被用來傳達信息外，人類透過音樂與神明溝通，甚至將音樂作為治療疾病的工具，在許多的原始部落中發現巫醫利用打鼓、唱歌及舞蹈的方式來為病患驅魔。古代中國也利用音樂來調劑生活，巴洛克時期更有許多醫生利用音樂來治療憂鬱和焦慮的症狀，當時的醫師 Dr. Burton 更在書中記載音樂的治癒能力。古希臘哲學家亞里斯多德認為音樂具有休閒娛樂、陶冶性情、啟發靈魂的作用，他的「淨化論」(catharsis) 便是肯定了音樂的療效 (林威志、邱安煒、徐建業、邱泓文，2005；李維靈、張利中、郭世和，2004、2006)。

音樂的本質是傳達人類心靈深處的情感，遠自希臘哲學家柏拉圖即認為音樂具有陶冶心靈的功能，於《共和國》裡提到：音樂是一種道德律，它使宇宙有了魂魄，心靈有了翅膀，想像得以飛翔，使憂傷與歡樂有如醉如痴的力量，使一切事物有了生命；它是秩序的本質，引向成為真、善、美的一切；其弟子亞里斯多德更提出節奏與曲調是性格的複製，可使人生氣或溫柔，鼓勵或節制，且具有淨化情緒與昇華情感的作用 (方銘健，1997)。亦即音樂能夠喚起強烈的情緒經驗 (emotional experiences)，在聆賞中構成每個人獨特的音樂經驗，影響其腦部 (brain)、身體 (body) 與情感 (feeling) 的發展 (引自黃靜芳、吳舜文，2007，55 頁)。

儘管音樂與情緒間具有密不可分的關係，但音樂如何產出情緒卻是一個抽象且複雜的歷程，大部分人都認同音樂可以產出情緒，卻不瞭解音樂如何產出情緒，也不清楚產出的歷程為何 (黃靜芳，2011)。

情感本身有多重之定義，情緒 (emotion) 為其中與情意 (affective) 層面相關的心理歷程 (Radocy & Boyle, 2003)，是由於受到刺激，所產生的身心激動狀態，包括複雜的情感性反應和生理的變化 (張春興，1989)。Livingstone 嘗試藉由創作者、表演者與聆賞者三個音樂角色的歷程，提出「音樂情緒生活週期」，其認為音樂情緒包含三種形式，分別為：表達情緒 (express emotion)、喚起情緒 (induces emotion) 與知覺情緒

(perceives emotion) (引自黃靜芳、吳舜文，2007)，當人遇到壓力時，內心已經產生一種情緒，而在此希望藉由音樂來喚起另外一種能情緒，而達到抒解壓力之成效。

音樂產出情緒的影響因素，Gabrielsson (2005) 曾進行音樂強烈經驗 (strong experiences of music) 的研究，透過內容分析將產生音樂情緒的因素歸納成三大項，分別為音樂因素 (musical factors)、個人因素 (personal factors) 與情境因素 (situation factors)，其中音樂因素包含音樂風格與音樂要素，音樂風格如：搖滾、古典等，音樂要素如音量、力度、調性、速度、音色；個人因素除了性別、年齡、教育、專業等，還包括生理狀況、認知因素、情緒狀況、人格相關變項；情境因素則包括物理因素、社會因素、特殊場合 (環境、演奏條件)；Gabrielsson 認為三者具有交互作用的影響效果 (黃靜芳，2011)。本研究希望探討聆聽音樂於工作記憶情境後的差異性，所以只有聆聽者與音樂，並不考慮演奏者，此外在環境變項上，並無多餘的人力去布置不同的情境以供受測者測試，所以將排除情境因素的干擾。

人們的心理層面是錯綜複雜的，不論樂曲所引起的是愉悅或是不愉悅，開心或是痛苦的情緒，音樂對於情緒的中樞所產生的影響是共通的 (陳美如譯，2004)。音樂本身除了會引出人們內心的情緒之外，對於音樂本身，人們會有既定的印象與偏好。「音樂偏好」廣義來說是指個人對特定類別的音樂與音樂活動所抱持的態度，「態度」包涵認知、情感和行為三個向度；「認知」是指對於音樂有特定的認識與信念，「情感」是指對於某些特定類別音樂的喜好情形，「行為」是指會經常接觸或是有意願接觸某些類別的音樂 (李維靈、郭世和、張利中，2004)。國內外的音樂教育者及心理學者有許多音樂偏好的相關研究，音樂治療活動有時候也會依據研究對象偏好來挑選治療用的曲目 (李維靈、郭世和、張利中，2004；莊佩旻，2005；鄭心怡，2007)。

Udike (1990) 的研究中，發現音樂聆聽，對於焦慮指標 (如：收縮壓、舒張壓)、壓力與疼痛有明顯下降，焦慮、的影響。Mitchell、Macdonald、Knussen、與 Serpell (2007) 研究中，想瞭解音樂在減緩慢性 (長期) 疼痛是否有效，尤其患者在聆聽自己喜愛的音樂時，是否能因為聆聽自己喜愛的音樂，心理上的分散注意力，而減輕疼痛的感覺及疼痛帶來的負面情緒，結果顯示，當音樂對填問卷者越重要時，減輕疼痛的感覺效果越好，年紀越大，在生活中聆聽越久的音樂，也能提高生活品質，甚至可以免除藥物治療來降低疼痛。Davis 和 Thaut (1989) 研究發現，當受試者聆聽自己的喜歡音樂時，不論是什麼音樂類型，只要是受試者喜歡的，皆能引起末梢血管的擴張和降低肌肉的緊張程度 (鄭心怡，2007)。音樂具有表達，溝通之功能，亦能抒發個人情感，尤其起伏較小的

樂曲，能讓人產生安定、舒適的感覺，舒緩緊張的情緒，且能提高對於痛覺的忍耐力（洪慧容、王璟璇，1999；Hiroka & Ohira, 2003）。

## 貳、音樂與生理的理論與研究

音樂的生理作用有多種說法，Altshuler 於 1954 年提出視丘理論（陳美如譯，2004）。視丘理論是指音樂是透過聽覺神經傳送至大腦後，可透過大腦邊緣系統（limbic system）的反應來調節下視丘（hypothalamus），同時也可透過網狀結構（reticular structure）來提高或降低中樞神經系統的活動，使人體產生不同反應，主要可包含心跳、呼吸、肌肉協調與內分泌變化（圖 2-4）。

聆聽音樂時，影響大腦邊緣系統及下視丘系統後，會進而影響神經內分泌系統及交感神經系統。神經內分泌系統會影響腎上腺皮質激素（ACTH）、皮質醇（cortisol）及正腎上腺素（norepinephrine）；交感神經系統會對血壓、心跳、呼吸速率與體溫產生影響（鄭心怡，2007）。

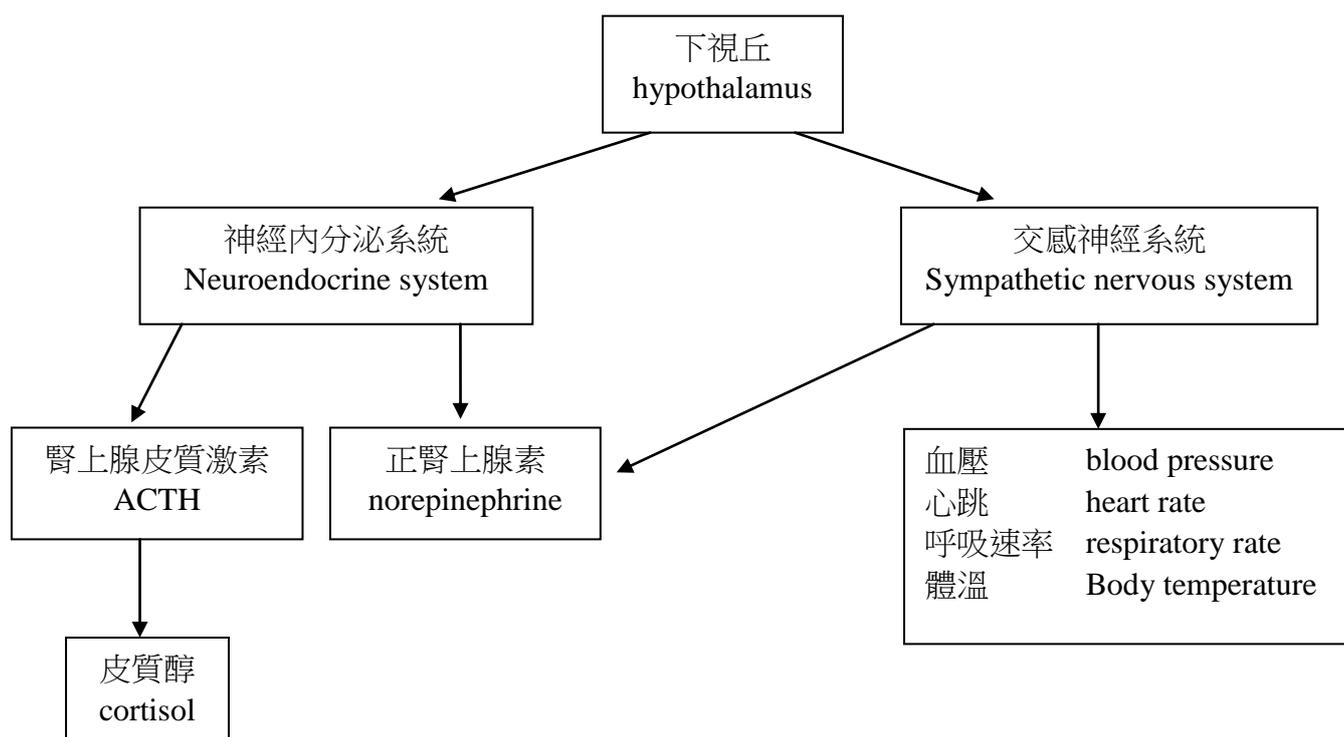


圖 2-4 內分泌與交感神經系統作用機制

資料來源：參考鄭心怡（2007）。臺南地區老年人音樂偏好與聆聽音樂之生理反應。（未出版之碩士論文）。國立臺南大學，臺南市，36 頁。

聆聽音樂時，平常人喜歡的速度為一拍等於 70 至 100，或是心跳的 1.5 或 2 倍速度（鄭心怡，2007）。如果樂曲速度較快，會加速心跳，在運動中，反而會降低運動品質，因為心跳加速，會提高耗氧量，降低血液中血氧濃度，會加速肌肉的疲勞；相反的，樂曲速度較緩慢，心跳會減緩，能提升運動的效果，與延長運動練習的時間。此外，音樂也會影響呼吸速率，當樂曲速度較緩慢，呼吸速率會變慢且呼吸變深，這可安定、控制情緒，引發更深層的思考，相對來說，速度較快的音樂，會使呼吸速率加速，導致思考渙散，容易讓人犯錯或發生意外（林珍如、夏荷立譯，1999；鄭心怡，2007）。

十九世紀及二十世紀初，美國醫學界開啟音樂治療的大門，大量被運用是在二次世界大戰（1940 年代中後期），當時音樂主要是治療二次大戰帶給士兵們的戰鬥疲乏（林珍如、夏荷立譯，1999）。現代科學研究證實，人的腦電波運動、心臟搏動以及身體神經活動都有一定的節奏。當一定頻率的音樂節奏與人體內部各器官的震動節奏相一致時，即能使身體產生共振，也就是共乘原理（*entrainment*），身體、心靈與音樂步調一致，讓精神感到舒暢。臨床實驗證明，音樂對某些疾病的患者確有療效（何志培，2003；林珍如、夏荷立譯，1999）。

除此之外，聆聽愉悅的音樂，會增加腦內啡的濃度。腦內啡是腦內自然生成的止痛劑，可減輕痛苦感。加州史丹福大學藥癮研究中心的科學家 Goldstein 發現，音樂中的豐富情感與喜悅，能讓腦下垂體分泌腦內啡，以及讓腦部自主控制中心與邊緣系統產生電流活動，讓人心情感到愉悅（林珍如、夏荷立譯，1999）。

基於音樂對生理的正面影響，現今最常用於復健、醫療手術降低焦慮與壓力、昏迷指數過高的病患、增強免疫力與心理治療團體降低壓力。江漢聲（2007）提出，對於帕金森氏症，醫療團隊建議老年人最好能學一樣樂器，或進行每天固定時間玩音樂計畫，例如：帕金森氏症的患者，每天用手指撥琴弦，降低了無法克制的顫抖之情況。1991 年<sup>3</sup>Sacks 在醫院中，證實一名帕金森氏症的女患者，大部分的時間都毫無反應，腦電圖也呈現昏睡的靜止狀態，但是，當她做到鋼琴前演奏時，帕金森氏症的症狀完全消失，如同正常人一般，甚至，只要在她耳邊告訴他蕭邦樂曲編號，讓她進行音樂想像，她的表情與身體動作，就馬上變成正常人的活動力。

音樂能影響心跳、血壓、呼吸、肌肉協調與內分泌變化，對於在手術臺上的病患而言，音樂除了可轉移手術時帶來心理上的恐懼感，也可緩和生理上因為心理的恐懼所帶

---

<sup>3</sup> Sacks, O. 是美國 Beth Abraham 醫院的音樂與神經功能研究所創辦人之一，為《睡人》的作者。

來的不良反應，例如：血壓過高、心跳過快等，以減少手術風險，特別只有局部麻醉或呼吸治療後要拔管的病患，有良好的效果（Masahira, Shinobu & Jun, 2007）。

### 參、音樂與放鬆的效果與研究

列寧在某一次聆聽貝多芬的鋼琴奏鳴曲後，對屬下說：「我不能太常聽音樂，聆聽音樂會讓我想說些溫和的話，甚至想拍拍人民的頭。」對於要面對龐大壓力的政治領袖、法庭律師、外科醫師等，更能直接感受音樂帶來的平靜、放鬆的感受（林珍如、夏荷立譯，1999）。

當壓力出現時，人的生理與心理會同時都出現反應。在先前的研究，音樂與壓力的關係，主要測量有壓力時，皮質醇的釋放量，例如：胃鏡檢查、外科手術，當患者有聆聽音樂時，皮質醇濃度都會下降（鄭心怡，2007）。但是並不是聆聽音樂都可造成皮質醇濃度下降，在 Brownley 實驗中，讓受過跑步訓練與無受過跑步訓練的受試者，經過劇烈運動後，聆聽各類型的音樂，而無受過跑步訓練的受試者，聆聽速度較快的音樂後，皮質醇濃度是上升的。除了皮質醇之外，聆聽音樂時，還可促進泌乳激素和生長激素的分泌。正向音樂最快有反應者為內分泌。通常在考慮快樂的音樂與壓力之間的關聯性時，需考慮音樂播放的長度，情緒向度及周圍環境因素，但需考慮有時不是因為音樂所引發壓力下降，而是音樂分散了壓力帶來的痛苦，進而產生放鬆的感覺。

Masahira、Shinobu 與 Jun（2007）在文章裡提及，負面緊張壓力：會造成挫折、矛盾(衝突)、壓力，以上會造成人體自我平衡被破壞，這與腎上腺素的釋放有關，會增加血糖、血壓、心跳加速、減少唾液分泌等。美妙的音樂能分散負向的緊張壓力，令人放鬆的音樂也能降低血壓與心跳速度；甚至在手術檯上撥放音樂，也能使病人的膚電傳導還有血壓受影響的程度降低。與其他感覺器官不同，在麻醉後，聽覺纖維組織，還是能繼續運作的，因此，在手術臺上的，撥放音樂，就算是全身麻醉的病患，也能藉由聆聽音樂再降低手術的焦慮感（林珍如、夏荷立譯，1999）。

Weinberger（1997）整理近五年聆聽音樂影響之荷爾蒙反應；其中一項研究顯示聆聽霍爾斯特的行星組曲的金星與木星，會因為主修不同而照成不同的結果，音樂科系主修者，會因為自己內心仔細分析樂曲而被拘束，因此造成皮質醇上升，由此可發現音樂和壓力荷爾蒙之間，並不是因為音樂的形態所造成改變，而是和個體心智及認知的活動有關；但其他研究顯示，不論在外科手術還是運動選手或普通人的研究顯示，音樂還是有足以獨立影響荷爾蒙製造之效果（引自鄭心怡，2007）。於 Hiroka 和 Ohira（2003）

的研究的確有提到，在接受工作記憶後，聆聽音樂是能獨力改變人體的免疫細胞的數量與降低壓力荷爾蒙的濃度。

不同於許多研究提出，受試者聆聽自己喜愛的音樂可達良好的放鬆效果，Pelletier（2004）針對 22 篇期刊做後設分析研究，發現當音樂與其他放鬆技巧一起使用時，受試者自選的曲目反而容易造成分心，除非讓受試者反覆聆聽其喜歡的音樂片段，才能提升減輕壓力之效果（引自鄭心怡，2007，43 頁）。

音樂來降低壓力指數，並不局限於有思考、辨別能力的成年人，佛羅里達州的塔拉哈西地區紀念醫療中心，對 52 名早產兒和體重過輕初生兒的研究中發現，每天播放 60 分鐘的搖籃曲和兒歌，平均可減少嬰兒住院時間約五天，處方用藥也減少，壓力指數也減低（林珍如、夏荷立譯，1999）。

音樂本身能分散壓力帶來的痛苦，讓人放鬆，另外一項，聆聽音樂能減輕壓力的原因為，聽覺神經經由自主神經系統與內耳相連，也和全身肌肉相連，因此，悅耳的音樂能影響肌肉的放鬆程度。1980 年代，挪威的教育家史凱爾運用音樂治療來幫助身心障礙的孩子，他發明 musical bath（音樂澡），此治療方式是讓身心障礙的孩子沐浴在他所挑選的音樂中，以減少孩子們的肌肉緊張，幫助孩子們放鬆（林珍如、夏荷立譯，1999）。

從音樂本身來說，並不是每一種音樂都能減緩壓力，許育銓等人（2010）指出，重音樂（Heavy music）包含搖滾樂、重金屬音樂與饒舌音樂，這類音樂通常以吉他、貝斯與鼓為主，音量較大且快速的旋律，甚至歌詞中有些帶有反社會、暴力的內容。喜愛聆聽重音樂的人多半會出現生氣或焦慮等情緒的問題。

由上述可知，速度較慢的音樂在心理上帶來平靜、放鬆，分散不適的情緒；在生理上可放鬆肌肉、讓壓力荷爾蒙下降、減緩呼吸與心跳的速率。壓力的產生，是同時包含心理與生理層面，音樂能緩解生理與心理上的不適，因此可帶來良好的放鬆效果。

### 第三節 腦波與音樂的相關研究

本節共分成兩部分，第一個部份，「大腦研究」將探討腦科學的研究發展史、腦波的發現，以及腦研究之方法與測量；第二個部份「腦波與音樂之相關研究」，將瞭解目前與腦波相關的研究類型。

#### 壹、大腦研究

大腦研究中，將分別論述「腦科學研究發展史」、「腦波的發現」及「腦研究之方法與測量」。

過去十餘年之間，大腦造影（brain imaging）技術發生了突破性的進展，科學家得以觀測到人類在執行特定的心智任務時，大腦各個區域的活化情形，因此，以往被認為「鎖在黑箱子裡」的音樂訊息處理，如今已經由許多大腦造影實驗逐漸揭開其中的奧秘。

##### 一、腦科學研究發展史

###### （一）四大古文明

古文明以前人類最初的醫療，與動物大致相同，依照本能而為之，包含撫摸傷處、食用藥草，有效的方法就留存，無效方法就捨去。而後人類開始相信惡魔、神明等超自然的力量，因此出現了巫醫、薩滿或魔法師。隨者文明的萌芽，醫學才得以跟著發展。

四大古文明：埃及、美索不達米亞、印度與中國在醫學上，皆有不同的發展（賴敏裕譯，2010），與腦科學相關的包含埃及與美索不達米亞文明。最早的腦功能定位見於 1862 年 Edwin Smith 的埃及外科紙莎草紙（papyrus）抄本，根據內文，腦科學的研究大約公元前 2500 年至 3000 年間就已經存在。這本紙莎草紙抄本裡共有 48 例觀察報告，詳細描述身體不同部位的病變，當中有 8 例為腦部相關外傷等，就內文來看，大多為戰爭所導致的傷害，以此推論這可能是透過研究戰爭所造成的腦部傷害與行為變異關係的最早記載，而此類型也是 20 世紀初期常見的研究方法。轉至另一個古文明發源地－巴比倫，以用楔形文字在黏土板上記載醫學內容（賴敏裕譯，2010），但由於粘土書版易碎，目前收藏在費城大學博物館的黏土板還能勉強辨認出內容（詹克明譯，1987）。

其他地區，例如：歐洲（義大利、法國、奧地利、德國、荷蘭、英國）、非洲（阿爾及利亞、羅德利亞）、南美洲（秘魯、波利維亞、哥倫比亞）、北美洲與南太

平洋的島嶼上，皆可發現許多史前的鈷孔顱骨可證實，對於大腦受傷，從史前時期就有相似於現今外科手術的方式來治癒，但是，古代各種不同民族中，皆缺乏文字記載，因此並無語言記錄留存（詹克明譯，1987）。

## （二）古希臘

人類歷史上對於腦的好奇心。可追溯於古希臘時代，西元前四百年左右，現代醫學始祖，Hippocrates (B.C. 460~377) 將醫學從古希臘盛行的思辨哲學中解放出來。當時，Hippocrates 學派的醫生已經知曉癲癇是因為腦部受傷而引起。但是，實際上這個學派只有解剖過動物的頭顱，因為當時的希臘人厭惡人體解剖，但對於腦的解說在希波克拉底的文章中，卻針對癲癇病人有詳細說明，並提及當一側大腦半球受傷，身體另一側會產生痙攣或抽蓄，也提醒不要在顱骨顱葉的傷口做盲目穿刺，以免發生對側身體麻痺（詹克明譯，1987）。Hippocrates 過世後，希臘的醫學存在的各種派系，西元 2 世紀，Galenus (129~199) 認為由感覺器官出來的神經是傳到腦部，在當時 Galenus 為了證實此一論點，而對腦部進行壓迫，並發現壓迫腦不會造成人體運動停止而死亡（陳成福譯，1990）。由於當時的羅馬律法禁止人體解剖，因此 Galenus 主要對動物進行解剖，在人體解剖上，只有從受傷的戰士的傷口中觀看內部的臟器，對於動物的所有實驗，皆為了完成他獨門的「精氣論」，其醫學觀與後來的基督教的世界觀不謀而合（賴敏裕譯，2010）。

## （三）中世紀

中古世紀的歐洲，為教會所控制，在教會的庇護下，Galenus 的「精氣論」學說獨霸歐洲醫學界，天主教徒完全抹殺 Galenus 之外的醫學，因此，歐洲的醫師將希臘與羅馬的醫學從拜占庭帶到東方的阿拉伯（賴敏裕譯，2010）。

## （四）文藝復興

當時，官方已經頒布：精神的活動，實質上是由腦部所掌管。1300 年，Reisch, (1467-1525) 出版：《睿智的珍珠》(Margarita Philosophica, 1504)，以圖示描繪出不同腦區，掌管不同事務，例如：感覺、想像、幻想由前腦所掌管（相當於今日所說的左右側腦室）。然而以上皆為透過人類想像。大腦實際的樣貌，需要等到 Da Vinci (1452-1519) 於 1490 年左右畫出腦部的解剖圖才讓人得以窺其全貌。1506 年左右 Da Vinci 對公牛大腦進行解剖，將融解過的臘注入腦室中，在臘凝固後，去除腦組織，而做出腦室的模型（陳成福譯，1990），此時，大腦的具體樣子才完整呈現。

在教會的壓抑底下，醫學教育都困於 Galenus 的學說內，停滯不前，再加上天主教禁止人體解剖，直到十三世紀才允許以學問或研究為目的的人體解剖。醫學發展的轉機，文藝復興的解剖學者 Vesalius, A.(1514~1564)的人體解剖學書出現，Vesalius 年僅 23 歲，就當上帕多瓦大學的外科學與解剖學教授，在當時，當局為了配合他，還調整死刑犯的處刑日期，因此，Vesalius 有非常多的機會可以觀察人體內部的機會，也發現 Galenus 根本沒做過人體解剖。由於在大學任教，他瞭解視覺可加深印象，特別請專業的畫家、雕刻師等將詳細的解剖圖解重現於木板畫上，1543 年人體構造論 (Fabrica) 七卷問世 (賴敏裕譯，2010)。

#### (五) 工業革命後

18 世紀末葉，各個腦科學主要分為兩個學說。其一為主張「功能定域化論」者 (localizationist)，該學說認為不同的腦區，會負責不同的功能 (楊玉齡譯，2012)。其中代表學者為維也納的醫生 Gall (1758~1832)，他以顱相術著名，認為人類的性格是根據腦的形狀所掌控，當某一種能力增強，支配該區的腦就會增大，附蓋於上方的腦蓋骨也會因此隆起，在當時 Gall 將腦的功能，劃分出 41 區，而有趣的是，語言功能被劃分於前額葉，與現在的腦科學認知的布洛卡區 (Broca) 完全符合 (陳成福譯，1990；詹克明譯，1987；楊玉齡譯，2012)。

相對學說則為「多工分散論」者 (distributionist)，該學說認為大腦需視為同一群體，透過神經網路、腦皮質，將彼此聯繫 (楊玉齡譯，2012)。其中代表學者為巴黎的生理學家 Flourens (1794-1867)，他用不人道的方式破壞動物各部位的實驗結果，主張大腦皮質的各部份機能等值，而所有的活動皆由大腦皮質全體做用所產生，但 Flourens 主要觀察的動物為鳥類，而鳥類的大腦皮質並不如人類，因此在當時有受到質疑 (郭俊顯譯，2004；陳成福譯，1990；詹克明譯，1987)。

#### (六) Broca 區的發現

Bouillaud (1796-1881) 從觀察腦炎的患者得出，語言與前額葉有相關，並公開支持 Gall 腦部分區說。1861 年法國生理學家 Broca (1824-1880) 提出一份觀察報告，發現左前額葉受損的病患，嚴重者會喪失語言能力以及右半身癱瘓。布洛卡區掌管語言，與人類生活息息相關，因此，在 19 世紀，局部論能獲得較多的支持者 (陳成福譯，1990；郭俊顯譯，2004；詹克明譯，1987；楊玉齡譯，2012)。

直至 19 世紀末，英國神經科醫生 Hughlings-Jackson (1835-1911) 提出大腦功能階層論，他認為語言，屬於複雜的行為，需由高層腦區單一作用，如：Broca 區，

相對於語言來說，簡單的反射動作，則由大腦皮質區做用即可，並不需要由特定的大腦區塊才能運作。但在 19 世紀末，大腦功能階層論並不受到醫學界的重視，直到 20 世紀 Head (1860~1940) 再次提出此論點，醫學界才重新重視此學說 (陳成福譯，1990)。

## 二、腦波的發現

1875 年，英國的 Caton (1842-1926)，於兔子頭表皮放置電極，接上檢流器後，發現腦會產生電流的現象，實驗結果於英國醫學會上展示，但並無受到太大的注意，直到 1890 年，波蘭的生理學家 Beck (1863-1941) 利用狗來做實驗，也得相同結果，並發表於當時廣為閱讀的雜誌 *Centralblatt für Physiologie* 上，此時 Caton 向雜誌投書，聲明他為最早發現的人，Caton 於 15 年前的實驗，才為人所知。

Caton 實驗後，經過 40 年左右，德國精神科醫生 Berger (1873-1941) 才成功完整記錄人腦電位變化記錄。1929 年貝爾格發表關於人的腦電圖的論文，提出人腦流出的電流活動會因為睡眠而變化，並於論文中提及腦中缺氧與麻醉劑對於腦電波的影響。而最早發現的腦電波段為 1908 年記錄正常人靜靜閉上眼睛所呈現 10Hz 左右的規則波，特用希臘字母第一個字 Alpha 為其命名。當人們睜眼凝視東西時， $\alpha$  波會漸漸消失，會產生 20Hz 左右低振幅的波形，貝爾格將其命名為  $\beta$  波。經由英國著名生理學家 Adrian (1889-1977) 實驗證實之後，很快受到世人的注意。而艾德里安為了表示對被貝爾格的尊敬，特將  $\alpha$  波也稱之為 Berger rhythm (貝爾格波) (陳成福譯，1990；郭俊顯譯，2004)。

腦波一般分為： $\delta$  波 (delta, 3Hz 以下)、 $\theta$  波 (theta, 4-7Hz)、 $\alpha$  波 (alpha, 8-12Hz)、 $\beta$  波 (beta, 14-30Hz)、 $\gamma$  波 (gamma, 31-55Hz)、 $\lambda$  波 (lambda)、 $\sigma$  波 (sigma)、 $\kappa$  波 (kappa,  $\alpha$  波的一種)、 $\mu$  波 (mu 節律)，共九種。在不同活動時，各有強弱，例如：睡眠與清醒、緊張與放鬆等。

$\delta$  波，又稱沉睡波，通常出現於第三與第四期睡眠，或是大腦損傷或昏迷病患的無意識睡眠中； $\theta$  波為潛意識的腦波，與記憶、情緒、信念、個性有關，是靈感與創造力的來源； $\alpha$  波，又稱鬆弛波，為 1908 年由德國精神科醫生 Hans Berger 所發現，由於是第一個被發現的腦波波段，因而使用希臘字母第一字 Alpha 來命名， $\alpha$  波是意識與潛意識之間的橋樑腦波，是想像力的來源，通常在個體閉眼，或放鬆的狀態下出現，主要分布位置為腦部後方，枕葉 (occipital lobe) 與頂葉 (parietal lobe)

的位置最強； $\beta$  波，又稱為忙碌波，屬於低振幅，高頻率的腦波，通常出現於清醒時，主要是智力（邏輯思考、推理、計算）所需的腦波來源，壓力較大或是過於緊張也會出現  $\beta$  波，主要分布位置為大腦前方，額葉（frontal lobe）位置最強； $\gamma$  波，是覺醒與專注的代表腦波，在大腦活動增加或執行特定工作時，相關的局部大腦皮質會有增強的現象，通常與認知有相關（莊佩旻，2005；孫光天、許家彰、李耀全、孫嘉臨，2007；楊玉齡，2012；歐秀慧，2006；關尚勇、林吉和，2007；Guðmundsdóttir，2011）。

後四種波形，一般在非醫學類的學術論文較少提及。 $\lambda$  波，為視覺誘發電位（visual evoked potential，簡稱 VEP），為眼睛受到光線刺激後 100 毫秒時，枕葉位置會記錄到的正電波，如同希臘字母「 $\lambda$ 」的型狀，會出現在枕葉位置，故名之。 $\sigma$  波，為睡眠紡錘波（sleep spindle），現在已少用此名詞。 $\kappa$  波，特指在額葉或前顳葉（anterior temporal lobe）所記錄到的  $\alpha$  波，出現原因為人腦在做計算時，眼球會快速轉動而造成的干擾波（artifact），若壓住眼球，此波變會消失，因此，又稱為眼球撲動波（eye flutter）。 $\mu$  波，為出現於左右腦之中央區的  $\alpha$  波，因為波形像梳子，又像希臘字母「 $\mu$ 」，故名之，此種  $\alpha$  波並不會因為張開眼睛而受到抑制，除非想要移動對側的四肢才會消失，通常出現在年輕人的大腦中，左右不對稱出現（關尚勇、林吉和，2007）。

目前，腦波是透過超低溫、超傳導性、液狀氦物質的感應器，來定位大腦神經網路系統所產生的微弱磁場。

### 三、腦研究之方法與測量

研究腦科學相關議題的方法非常多，包含：神經解剖學、神經生理學、神經藥理學、神經化學、生理心理學等，針對腦與行為所用之方法可分以下四種：破壞法、刺激法、電流活動記錄法、神經化學測定法。

以時間前後來分，破壞法與刺激法早在西元 1 世紀左右就出現，對象通常為死刑犯或是動物。1892 年左右，腦定位固定裝置發明，1930 年，技術達純熟後，便應用此方法證明視丘下部與大腦邊緣系統關係到進食行為、飲水行為和攻擊行為。破壞法包含，有外科手術切除法、電流破壞法、切斷法、可還原破壞法；刺激法則包含，有電流刺激法與化學物質刺激法，但不論是破壞法還是刺激法都非常不人道，從 1930 年代後期至 1960 年間，所有實驗的動物從未被麻醉，就直接進行實驗。

同一時期，電流活動記錄法也慢慢盛行，主要到 1950 年才真正應用到睡眠品質研究，但在此時，如要收集完整的腦波，還是需要用鑽子將腦蓋骨鑽開一個洞，讓電極可放入。最後出現的研究方法為神經化學測定法，直到 20 世紀末期（包含腦內葡萄糖、腦內神經傳達物質），科技發達後，技術才純熟（陳成福譯，1990；郭俊顯譯，2004；詹克明譯，1987；楊玉齡譯，2012）。

腦波訊號的強度僅為數十微伏特（ $\mu\text{V}$ ），需要透過機器將數值放大一萬倍才能辨認，如此微小的訊號，往往容易受到外界干擾或雜訊的影響而失真。腦波主要是神經學的檢查，對於非腦結構性病變引起的腦功能異常最有診斷效果，但如果要判定受傷區塊，需使用電腦斷層攝影（computerized axial tomography, CAT）或磁振造影（magnetoencephalography, MEG）。

目前昂貴的大腦顯影儀器如下：腦電圖儀、電腦斷層掃描、正子放射掃描、功能性核磁共振腦造影、大腦磁振造影、區域性腦血流量（regional cerebral bloodflow, rCBF）（郭俊顯譯，2004；歐秀慧，2006）。

腦波分析方法主要為訊號處理或圖形辨識，例如：傅立葉轉換（Fourier Transform, FT）、小波轉換（Wavelet Transform, WT）、獨立元件分析（Independent Component Analysis, ICA）、參數模型方法（Parametric Modeling）（陳建宇、黃永廣、廖允在、何秉諺，2007）。以上分析方法各有優點與缺點，端看實驗目的的需要來選擇分析方法。

由於貴重儀器使用地點局限於實驗室或醫院，數據解讀也需要專業人士，因此在世界各地的大學開始研發新的腦機介面技術（Brain-Computer Interface, BCI）晶片來改進測量腦波的方便性。腦機介面技術晶片，源自對大腦思維過程中產生的腦電波信號的探測及分析，資料的收集以 EEG（electroencephalography）的訊號為基礎（神念科技公司，2013；Crowley, Sliney, Pitt & Murphy, 2010）。臺灣是由大寶科技公司引進 Neurosky 的腦機介面技術。Neurosky 的腦機介面技術於 2009 年完成，目前還持續研發此晶片的軟硬體。腦機介面技術晶片由於攜帶方便，不受時間地點限制，數據解讀時間短，因此可運用到日常生活中的腦波測量，例如在日常生活中練習放鬆的腦波情型、受到壓力時的腦波情形、日常生活中的腦波狀態等。以下列出已經運用腦機介面技術（BCI）晶片所完成的學術論文（表 2-1）。

表 2-1

## 運用腦機介面技術晶片之學術論文

研究學者	研究目的	研究方法	研究結果
Luo, Szibbo, Forbes, & Sullivan, (2011)	瞭解 BCI 系統運用於監測個人腦波，訓練放鬆之成效	19 位受試者接受 8 週，每週 2.5 小時的課程，透過監測腦波來學習放鬆技巧	經過訓練後，受試者表示叫能放鬆大腦的認知負荷量
Crowley, Sliney, Pitt & Murphy (2010)	評估腦機介面技術運用於人類情緒(冷靜)測量	20 位受試者將做 Stroop Color-Word test 與 <sup>4</sup> Towers of Hanoi，每種測驗 20 分鐘，並施與腦波測量	兩項測試，都為增加受試者的壓力，但經由腦機介面技術能清楚呈現受試者情緒，包含冷靜程度 (Attention) 與過於緊張 (Poor Attention)，其與完成兩項測試時間有顯著相關。
Haapalainen, Kim, Forlizzi & Dey, (2010)	評估認知負荷的心理與生理測量	20 位小於 35 歲的受試者做 Elementary cognitive tasks (ECG)，施與眼動追蹤、呼吸與心跳速率與腦波測量	成功建立認知負荷的評估與方法
Luo & Sullivan (2010)	運用 <sup>5</sup> SSVEP (依據 BCI 晶片所開發) 於時域分類器	14 位受試者接受燈光撥放器的連接，同時接受腦波測量	有 12 位受試者在接受指示後，能控制燈光播放的時間長度，未來可運用於無法與外界溝通的身心障礙患者，讓他們可藉由大腦的控制，來與外界溝通。
Ysui (2009)	腦電波信號測量及數據處理技術在實際生活中的應用	讓受試者連續配帶 8 小時的腦波皮帶，持續蒐集受試者連續 8 小時的腦波變化，不干擾受試者的正常生活。另一研究內容為施測受試者開車時的腦波，是否會因為汽車的所有機械與電子產品而影響接收品質	儀器於連續接收訊號，並不會因為日常生活而影響收訊品質，且腦波能反應生活中的活動。於開車的測試，也不會因汽車的機械與電子產品而影響接收品質。但是為了確保收訊品質，受試者不太能隨意移動頭部，對於是否能完全接收到日常生活中的腦波，在硬體的部分還有進步空間。

(續下頁)

<sup>4</sup> Towers of Hanoi 為法國數學家 Lucas, E. 於 1883 年提出的數學遊戲。本研究為一塊上面插有三根木樁的木板，在其中的一根木樁上，從上至下放置了 5 片直徑由小至大的盤子，將盤子移至另一根木樁上，移動規則：一次只能移動一個盤子、大盤子永遠不能放在小盤子的上面、盤子可以藉由另外一根木樁移到另外一個位置。

<sup>5</sup> SSVEP 為 Steady-state visual evoked potential (穩態視覺誘發電位)

研究學者	研究目的	研究方法	研究結果
Rebolledo-Mendez, & De Freitas (2008)	透果腦波耳機檢測增強學習動機延展專注力的持續時間的模組可行性	實驗長度 100 秒，每 16.66 秒為一個單位，共執行 6 種不同的 AI-driven avatar's reactions 訓練	透過腦波結果確認增強學習動機來延展專注力的時間的模組與計算方式的修改方向，與耳機可用於此模組的測量。
Rebolledo-Mendez, Dunwell, Martínez-Mirón, Vargas-Cerdán, Freitas, Liarokapis, & García-Gaona (2009)	評估 NeuroSky (神念科技) 的技術在檢測注意力水平時的作用與舒適度	40 位 ADHD 受試者將與 AI-avatar 平均互動 9.48 分鐘，共有 10 個問題會顯示於 AI-avatar，受試者會配帶著腦波測試儀器，邊回答問題	對於腦波測試儀器，舒適度有 85% 為中上，72.5% 的人覺得使用方便。40 位中，有 6 位與注意力檢測時，因為儀器操作不當，而導致資料不完整，其餘 34 位受試者資料有完整紀錄。

資料來源：研究者整理

## 貳、腦波與音樂之相關研究

腦波的產生是由於大腦細胞中的神經元（突觸），負責訊息處理與傳送訊息，不斷的來回轉換化學與電能的訊號所產生的電流脈衝時，所產生的節律性微弱電位變化。腦波主要反映大腦皮質的電位反應，因此，當我們能提供豐富的環境來刺激大腦，大腦皮質會變的更厚，產生更多的突觸，讓細胞間的聯繫更迅速（陳建宇、黃永廣、廖允在、何秉諺，2007；歐秀慧，2006）。

在生理監測系統出現前，通常我們是透過聆聽者自陳感受，通常以情緒感受來形容聆聽的狀態，例如：興奮的、放鬆的、安詳的與失望的，由於，每個人對於情緒形容詞的強度等級會有不同的看法，因此，研究者無法以客觀的角度去檢視，受試者聆聽的真實情況。直到生理監測系統出現，研究者得以透過測量心跳、血壓、指溫、膚電阻與腦波等生理反應，來與自陳內容做比對（Wagner, 1975）。

不同的音樂要素，會由大腦不同的區域來處理。音樂的要素，如：旋律、節奏、和聲、音色等，右顳葉偏重處理和聲以及音色，左顳葉則處理節奏。針對音樂家所做的研究發覺，學習或訓練能讓大腦重新定音，不但加強神經元的反應，突觸、軸突會重塑與發展，會增強對特定聲音強烈反應的神經元數量，擴展聽覺皮質的反應區。（林威志、邱安煒、徐建業、邱泓文，2005；Kuriki, Kanda, & Hirata, 2006）。此外，不同的音樂要素，也會帶來不同的生理反應。旋律為水平之聲音組合，能反應人的情緒；節奏為組

織、有活力的脈動，能表達情感的起伏；和聲為垂直的聲音組合，和諧之聲音產生的音律波動中來平衡感覺的起伏。而節奏為最重要元素。節奏脈動會與人的呼吸、心跳產生共鳴，可稱為「同質原理」（洪慧容、王璟璇，1999）。

瑞士工程師和 Jenny 醫師證明，聲音在不同的物質可形成不同的幾何圖形。好聽的音樂與細胞、組織和器官產生共振，無形中，也會改變人體的呼吸、心跳、血壓、指溫與肌肉鬆緊度；相對來說，吵雜的噪音，也會對人體產生不良的影響，進而造成壓力、肌肉收縮的痛苦（林珍如、夏荷立譯，1999）。Cambell（1997）於研究中提到，M.M.=60 的巴洛克音樂，或某些具有特定情調音樂選集中，可將 Beta 波轉換到 Alpha 波，Alpha 波出現在放鬆且鎮定的高度意識狀態，可提高知覺和健康（引自鄭心怡，2007，36 頁）。因此，如何選擇音樂，讓大腦產生良好的共振效果，是很重要的。

由上述可知，人體是可與音樂產生共振效果，要如何讓人體在壓力中放鬆，就必須挑選柔和性的音樂，在陳建宇、黃永廣、廖允在、何秉諺（2007）研究結果發現，蕭邦夜曲能帶給受測者舒適的感覺，因此受測者能進入淺眠或是深層放鬆的狀態， $\alpha$  波與  $\theta$  波的能量會有上升的現象。在簡佑宏、陳建雄、黃室苗、張文德、江潤華（2005）的研究也提及， $\alpha$  波為愉悅聽覺的重要指標，且左前額葉是觀察愉悅聽覺的重要位置。

測量聆聽音樂的腦波時，音樂的選擇，對研究者來說是一大考驗，不同的音樂會對大腦產生不同的功效。1990 年代初期，由加州大學爾文分校的神經生物學學習和記憶中心的 Rauscher 教授與其研究小組，從心理系找 36 位大學生，分成三組，第一組學生聆聽流行的輕音樂，第二組學生聆聽莫札特 D 大調雙鋼琴奏鳴曲（K.448），第三組沒有聆聽音樂。十分鐘後，進行空間智力測驗，聆聽莫札特 D 大調雙鋼琴奏鳴曲組別，空間智力成績約可提高 8 至 9 分，持續時間約 10 至 15 分鐘，其次為聆聽輕音樂的學生成績也有提高。音樂選曲上，Rauscher 教授解釋，由於莫札特在很年輕的時候便開始作曲，已經有運用大腦來掌管空間、時間概念的天賦，他的音樂簡單而純粹，D 大調雙鋼琴奏鳴曲中，節奏、旋律和高頻率可刺激和激發腦部的創造力和動機區域。由於此研究，「莫札特效應」一詞也應運而生（林珍如、夏荷立譯，1999）。雖然如此，往後的學者，對於選曲還是有不同的看法，邱安煒（2007）提出  $\alpha$  波與個人的音樂偏好具有相關性。此研究運用 EEG 與 HRV 測試受試者聆聽音樂的腦波情形，目的為了釐清音樂、心律與腦波之間的相關性， $\alpha$  波會因為受試者對於該樂曲的喜好而受到影響，越喜歡的音樂， $\alpha$  波越強，另外， $\gamma$  波與音樂聆聽有顯著相關，不論是何種音樂，都會造成  $\gamma$  波大幅度上升（引自鄭心怡，2007）。

有音樂學習背景的人，在聆聽音樂時， $\alpha$  波與  $\theta$  波的比例會高於完全沒有音樂學習背景的人。由於聆聽音樂需長時間維持在高度專注，假使聆聽者不知音樂的語法，卻要枯坐在音樂會的現場，反而會非常痛苦；瞭解音樂的語法，透過理解與接受（ $\beta$  波）後，進而產生愉快與放鬆（ $\alpha$  波與  $\theta$  波），才能體驗到音樂的美感（歐秀慧，2006）。

綜合本節文獻內容，研究者認為，每個人的意識狀態皆由不同的腦波以不同的比重所構成，並無優劣之分，但是繁忙的現代社會中，人們大腦中的  $\beta$  波通常呈現較高數值，當  $\beta$  波過高會出現影響身心狀態的情形，例如：夢遊或是失眠。因此，透過聆聽音樂，改變人們不同腦波的波段的比例，增加  $\alpha$  波與  $\theta$  波，來達到良好的身心靈狀態，是現代人所需要的。

## 第三章 研究方法

本研究旨在瞭解不同背景的大學生對於聆聽音樂的腦波情形、以及工作記憶情境後聆聽音樂的腦波差異情形。依據以上目的，本章分別敘述本研究設計與架構、研究對象、研究工具、研究步驟及資料分析，共五節。

### 第一節 研究設計與架構

本研究先以問卷調查腦波測量所用的音樂，接著採用準實驗研究( quasi-experimental research) 施測腦波。準實驗研究是指，實驗者無法隨機分發受試者到實驗組或控制組，也不能完全控制實驗誤差來源，增加現實性(葉重新，2010)。本研究以同組學生當作實驗組與控制組進行三次的循環屬於「相等材料前測後測設計」( the equivalent materials, pretest, posttest design) (王文科，2008)。

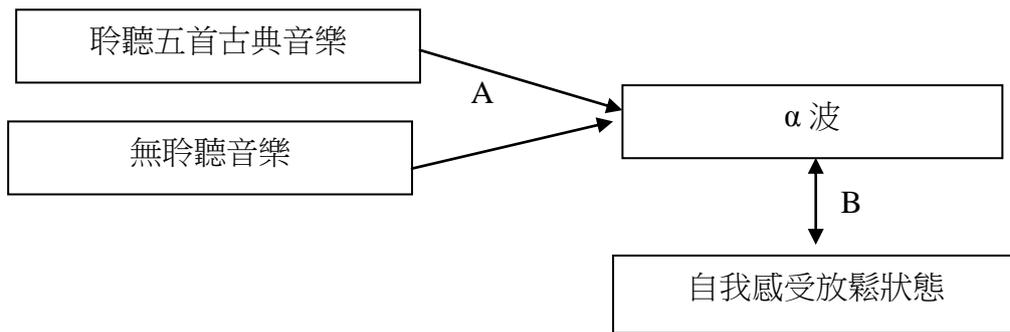
研究者將使用現有的古典音樂，不加入任何影音編輯。本研究共分成兩個實驗，實驗一為無工作記憶情境直接聆聽音樂，實驗二為控制在工作記憶情境後，有聽音樂與無聽音樂，共三種情形。

基於以上目的，提出本研究架構(圖 3-1)。本研究之研究變項分別說明如下：

#### 一、背景變項

- (一) 性別：分成「男性」、「女性」兩項。
- (二) 科系：音樂系與非音樂系。
- (三) 音樂學習背景：本研究所指的音樂學習背景包含 3 種項目，包含問卷選擇：(1) 偏好聆聽古典音樂 (2) 接受個別樂器課程總年限達五年以上 (3) 參與音樂社團活動總年限達五年以上。若三項皆符合則為高階音樂學習背景，兩項符合為中階音樂學習背景，一項符合或是一項以下為初階音樂學習背景。

實驗一



實驗二

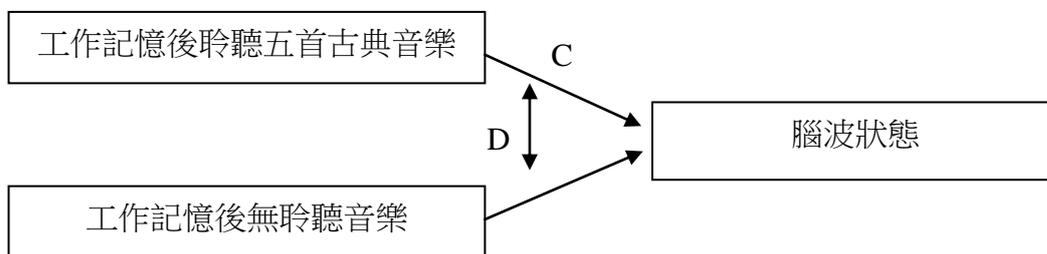


圖 3-1 研究架構圖

本研究架構如圖 3-1 所示：

A 大學生無工作記憶情境時，聆聽音樂的  $\alpha$  波情形。

B 大學生無工作記憶情境時，聆聽音樂的  $\alpha$  波與自我放鬆感受的差異與相關情形。

C 大學生於工作記憶情境後，聆聽音樂的腦波情形。

D 大學生在工作記憶情境後「聆聽音樂」及「無聆聽音樂」之腦波差異情形。

## 第二節 研究對象

本研究以 102 學年度國立臺灣師範大學的大學部年滿 18 歲的學生為研究對象，採簡單隨機取樣 (simple random sampling)，並依據性別、科系挑選 20 人。音樂系以師大音樂系大學部為母群體，徵求自願者，非音樂系以 102 學年度修習音樂治療導論課程學生為主，徵求自願者。

此外，受試者自願報名後，會先以年滿 18 歲以上，無聽覺、認知障礙與無嚴重精神疾病者為優先接受實驗。實驗前，會先告知受試者以下幾點條件：受測者接受量測前二個星期內，不可服用或是注射治療性藥物，受測前勿飲用或食用刺激性食物。實驗進行前，會先讓受試者填寫實驗受測同意書 (附錄一)，結果以匿名呈現。實驗進行中，受試者只要感覺有任何不適，隨時可以停止實驗。

本研究之受試者基本資料分析如下表 3-1 所示。男性 10 人，女性 10 人；科系方面，音樂系 10 人，非音樂系 10 人；20 位受試者實際年齡範圍為 18 歲至 22 歲，平均年齡 20.3 歲，男性受試者平均年齡為 20.1 歲，女性受試者平均年齡為 20.5 歲，音樂系受試者平均年齡為 20.2 歲，非音樂系受試者平均年齡為 20.4 歲。

表 3-1

受試者基本資料一覽表

背景變項	類別	樣本數 (n)	百分比 (%)	年齡平均數 (M)
性別	男	10	50	20.1
	女	10	50	20.5
科系	音樂系	10	50	20.2
	非音樂系	10	50	20.4

音樂學習背景方面分為樂器學習與社團參與 (表 3-2 及表 3-3)，樂器學習方面，20 位受試者中，只有一位非音樂系無在校外學習其他樂器，鋼琴為最多人學習的樂器，其中 12 位接受 5 年以上的個別指導；其次 8 位音樂系中，包含銅管、木管樂器，聲樂以及國樂，8 位非音樂系中，以烏克麗麗與吉他較多人學習，各有兩位，其中 8 位的學習年限為 5 年以上；社團參與方面，4 位非音樂系無參加音樂相關社團，其中最多人參與合唱團，9 位參與社團不到 5 年，4 位參與社團 5 年以上；其次為其他類別方面，音樂系大部分都有參與管弦樂團，其中一位為國樂社，非音樂系有 2 位參與國樂社，1 位參與爵士樂社，3 位參與社團 5 年以上，6 位參與社團不到 5 年。

表 3-2

## 校外樂器學習

項目	學習年限總平均數 (M)	類別	人數	百分比 (%)
無學樂器		音樂系	0	0
		非音樂系	1	100
鋼琴	8.65	5 年以上	12	60
		不到 5 年	5	25
		無	3	15
小提琴	5.8	5 年以上	2	10
		不到 5 年	3	15
		無	15	75
大提琴	12	5 年以上	1	5
		無	19	95
長笛	7.75	5 年以上	3	15
		不到 5 年	1	5
		無	16	80
其他	4.97	5 年以上	8	40
		不到 5 年	8	40
		無	4	20

表 3-3

## 音樂性相關社團參與

項目	參與年限總平均數 (M)	類別	人數	百分比 (%)
無參與		音樂系	0	0
		非音樂系	4	100
合唱團	4.19	5 年以上	4	20
		不到 5 年	9	45
		無	7	35
管樂團	5	5 年以上	2	10
		不到 5 年	3	15
		無	15	75
吉他社	1.83	不到 5 年	3	15
		無	17	85
熱音社	1.5	不到 5 年	3	15
		無	17	85
其他	4.78	5 年以上	3	15
		不到 5 年	6	30
		無	11	55

### 第三節 研究工具

本研究採準實驗研究法，以 Neurosky 腦波耳機評測系統來收集腦波，並配合音樂評量表。以下分別敘述說明，受測者基本資料表、音樂評量表、樂曲挑選方式與腦波測量的內容。

#### 壹、樂曲挑選方式

市面上有各式各樣的放鬆音樂，也有經過商業包裝的療育音樂，例如：心靈音樂、冥想音樂、催眠音樂、減壓音樂等。音樂的選材上，有原曲、重新創作，或是使用特定的樂器或音色，例如：水晶音樂。大致上放鬆音樂主要有兩個特色，其一，樂曲速度會接近人類的心跳速度，因為若速度太快會讓人感覺緊張，速度太慢則會造成懸疑感；其二，樂曲節奏簡單不繁複，有固定反覆的音型。

本研究的樂曲挑選要著眼於市面上標示放鬆音樂的古典音樂合輯，於博客來網路書店，以放鬆音樂為關鍵字，刪除單一作曲家的專輯，共挑出三張合輯（如表 3-4 所示）。

表 3-4

放鬆古典音樂合輯名稱表

專輯名稱	唱片公司	發行時間	CD 片數	曲目數量
Adagios 101	DECCA	2012/8/31	6	101
Meditation-Music for Relaxation and Dreaming	DECCA	2001/9/1	1	12
Smooth Classics Relax Vol.1	Sony	2008/5/16	3	27

三張合輯的曲目，再根據 Salimpoor 等人（2009）研究所提及，聲樂曲的歌詞會讓受試者產生歌詞情境的聯想，以致影響腦波結果，因此，將古典音樂輯的聲樂曲剔除後，研究者挑選出三張合輯都有的作品共七首，兩張合輯裡有的作品共八首，總共 15 首樂曲（如表 3-5）。為了提高選曲的信度，依據 Hiroka 和 Ohira（2003）的實驗，由研究者挑出曲目後，由非音樂系大學生勾選出最適當的五首樂曲。

十五首樂曲的播放順序隨機排列，以影音剪接軟體將十五首樂曲合併，樂曲間，間格 8 秒鐘。由於挑選的曲目皆為古典音樂，為了減少音樂系大學生音樂學習經驗的影響，挑選古典音樂曲目均由非音樂系大學生圈選問卷。非音樂系大學生為修習 103 學年度第一學期的通識課程：音樂鑑賞（B）的 54 位大一至大四的學生來填寫「選曲評量表」（附錄四）。54 位學生中，以滿 18 至 20 歲的學生居多（n=37），其次為滿 21 至 22 歲（n=9），

與本研究的實驗受試者年齡相近。

表 3-5

曲目列表

作曲家	曲名	擷取 長度
馬斯內	泰伊思冥想曲	46''
巴赫	G 弦之歌	54''
馬斯康尼	鄉間騎士-間奏曲	44''
帕海貝爾	D 大調卡農	67''
馬勒	第五號交響曲第四樂章	73''
佛瑞	巴望舞曲，op.50	53''
巴伯	弦樂慢板，op.11	57''
孟德爾頌	仲夏夜之夢-夜曲	50''
莫札特	鋼琴協奏曲，K.467，第二樂章	103''
莫札特	豎笛協奏曲，K.622，第二樂章	35''
拉赫曼尼諾夫	鋼琴協奏曲，op.18，第二樂章	44''
羅德立哥	阿蘭費茲吉他協奏曲	39''
布魯赫	小提琴協奏曲，op.26，第二樂章	59''
蕭士塔高維契	浪漫曲，op.97	74''
阿爾班尼諾	管風琴與弦樂的慢板	68''

「選曲評量表」共分成兩個部分，第一部分為基本資料，第二部分為自陳量表。每一首樂曲共有二個向度，分別放鬆以及憂鬱程度，憂鬱程度與放鬆程度採反向計分，量表採用李克特式 (Likert-type) 五點量表計分，數字越大表示程度越高，分別以 1 至 5 分表示該向度程度的強弱，1 為程度最弱，5 為程度最強。

實驗用之五首曲目，將依據放鬆與憂鬱程度的平均數來篩選。以放鬆程度平均數 (M) 超過 3.5 分，標準差小於 1，憂鬱程度平均數 (M) 小於 3 分為原則。依序挑出馬斯內 (J. Massenet, 1842-1912) 的《泰伊思冥想曲》(Thais, 1903)、巴赫 (J. S. Bach, 1685-1750) 的〈G 弦之歌〉(Air on the G String from the Overture No. 3 in D major BWV1068, 1717)、帕海貝爾 (J. Pachelbel, 1653-1706) 的《D 大調卡農》(Canon in D, 1680)、佛瑞 (G. Fauré,

1845-1924)《巴望舞曲，op.50》(Pavane op.50, 1886)、及莫札特(W. A. Mozart, 1756-1791)的〈鋼琴協奏曲第 21 號，K.467，第二樂章〉(Piano concerto no.21, K.467, mvt.II)。五首曲目放鬆的平均數範圍為 3.5 至 3.96，憂鬱的平均數範圍為 2.17 至 2.92 (表 3-6)。

實驗共分成五小組，為了打破樂曲的順序，將以上曲目，分別標上數字 A 至 E 後，於 Microsoft Office Excel 2007 鍵入亂數公式=INT(RAND()\*5)+1，來排曲目順序，如遇到已經出現過的曲目序號，會重新抽，每一組的第一首序號如果已經在前面的組別出現，也會重新抽出沒出現過的序號，實驗曲目順序如表 3-7 所示，實驗的組別順序則按照與受試者實驗的先後順序。

表 3-6

受測用音樂分析表

曲名	放鬆程度 M(SD)	憂鬱程度 M(SD)	備註
泰伊思冥想曲	3.54(.862)	2.61(1.071)	保留 A
G 弦之歌	3.7(.944)	2.67(.932)	保留 B
鄉間騎士-間奏曲	3.09(.807)	2.76(.845)	刪除
D 大調卡農	3.96(.776)	2.17(1.005)	保留 C
第五號交響曲第四樂章	3.33(.932)	3.19(.848)	刪除
巴望舞曲，op.50	3.6(.768)	2.92(.874)	保留 D
弦樂慢板，op.11	2.96(.889)	3.78(.839)	刪除
仲夏夜之夢-夜曲	3.37(.875)	2.67(.869)	刪除
鋼琴協奏曲，K.467，第二樂章	3.5(.863)	2.54(.926)	保留 E
豎笛協奏曲，K.622，第二樂章	3.37(.875)	2.5(.771)	刪除
鋼琴協奏曲，op.18，第二樂章	3.15(.899)	3.54(.862)	刪除
阿蘭費茲吉他協奏曲	3.31(.886)	3.54(.966)	刪除
小提琴協奏曲，op.26，第二樂章	3.28(.998)	3.35(.805)	刪除
浪漫曲，op.97	3.32(.872)	2.98(.82)	刪除
管風琴與弦樂的慢板	3.07(.908)	3.63(.938)	刪除

表 3-7

實驗曲目順序

第一組	E	D	A	C	B
第二組	D	E	C	A	B
第三組	A	B	D	E	C
第四組	C	E	B	D	A
第五組	B	E	A	D	C

## 貳、受測者基本資料表與音樂評量表

本研究受試者填寫「研究參與者基本資料表」(附錄二)的內容包含：性別、年齡、系所，聆聽音樂的習慣，偏好的音樂類型，曾經學過的樂器以及曾經參與過的音樂性社團。其中曾經學過的樂器以及曾經參與過的音樂性社團為複選題，偏好音樂類型為排序題，以及排序(1-3)選出最喜歡的音樂類型。聆聽音樂的習慣與偏好的音樂類型提供腦波測量後資料的參考；曾經學過的樂器以及參與過的音樂性社團為音樂學習經驗之參考。

「音樂評量表」(附錄三)採自陳量表的方式，依據個人感受、思考來填寫每一首樂曲放鬆程度。根據李維靈、郭世和、張利中(2004)研究中說明，聆聽者對音樂的感受會受到認知、情感以及行為所影響。由於本研究是要觀察受試者聆聽音樂時的腦波狀況，因此並無受試者主動去接觸音樂之行為，因此排除行為層面，增加研究樂曲中受試者自陳的放鬆程度。

「音樂評量表」的填寫階段為所有實驗結束後，研究者會重新撥放五首樂曲，受試者聆聽後，依據個人的感受、思考，來判斷每一首樂曲的熟悉、喜好及放鬆三個向度，圈選對於該樂段的放鬆的程度。量表採用李克特式(Likert-type)五點量表計分，分別以 1 至 5 分表示該曲目由弱至強的放鬆程度。

## 參、腦波測量儀器介紹與測量流程

腦波測量儀器為大寶科技公司提供的 Neurosky 腦波頻測系統與腦波測量耳機。

### 一、儀器介紹

本研究使用大寶科技提供的 Zigbee 多人評測系統與腦波測量耳機來蒐集腦波資料。大寶科技採用美國神念科技(NeuroSky)的腦機介面技術(Brain-Computer Interface, BCI)晶片，放置於接收腦波之耳機內，透過 Zigbee 無線傳輸硬體介面，可連接任何一臺有安裝相同序號之評測系統的電腦，即可監測腦波數據。Zigbee 可多人同步傳輸腦波至電腦(圖 3-2)，提升實驗效率並容易控制環境因素，此系統亦有評測程式可即時產生統計報

告（大寶科技有限公司，2013）。



圖 3-2 評測系統

腦機介面技術（Brain-Computer Interface, BCI）晶片，源自對大腦思維過程中產生的腦電波信號的探測及分析，資料的收集以 EEG（electroencephalography）的訊號為基礎。所有的電氣設備，包括電腦、燈泡、插座等都會產生不同程度的噪音。這種噪音對獲取到準確的腦電波會產生阻礙作用。腦波測量耳機通過不銹鋼合金乾式傳感器採集大腦產生的生物電信號，並以非侵入式的耳機介面，將這些採集的信號送入 ThinkGear™ 晶片，ThinkGear™ 裡包含信號放大技術，讓原始腦波信號更加清晰，以及噪音過濾技術將混雜在信號中的噪音、運動產生的擾動與電器設備發出的 50Hz 至 60Hz 噪音進行濾除，原理與 MEG 在完成腦波蒐集後，第一步驟一樣，進行 50Hz 或 60Hz 的雜訊過濾（神念科技公司，2013；Crowley, Sliney, Pitt & Murphy, 2010；Rebolledo-Mendez, Dunwell, Martínez-Mirón, Vargas-Cerdán, Freitas, Liarokapis, & García-Gaona, 2009；Yasui, 2009）。但是，腦波耳機的測量環境還是有可能出現超過耳機能負荷的干擾，或是佩戴耳機時，受試者過大的動作，造成訊號不穩定時，皆會使耳機接收到環境中的雜訊。當資料分析時， $\theta$  波能量值超過 100000，以及  $\alpha$  波與  $\beta$  波能量值超過 50000 時，則是接收到雜訊，因此在做統計時，為了消弭雜訊的影響，會以中位數取代平均數來做為一段時間腦波能量的均值。

本儀器開發是由於傳統腦電圖的限制較多，受試者無法任意移動，並且需將電極透過導電膠黏至於頭皮，導電膠又清洗不易。EEG 的測量結果資料是根據電極不同的位置所測得的腦波訊號為主，每一個位置在判讀前，須單獨去除雜訊（60Hz 以上非人體訊號），不同位置的電流訊號，也無法單獨判讀，需與相對位置以及電流走向做為參考基準，例如：前後雙極範式（Anterior-posterior bipolar montage）、橫向組合範式（Transverse montage）、C 組合範式（C-round）等，過於繁複的儀器操作與訊號判讀，皆是腦波測量

讓人望之卻步的原因，導致腦波研究內容通常與醫學類有關（關尚勇、林吉和，2007）。腦波耳機測量位置為左前額葉，位於左邊眉毛上方，以及參考位置接地點為左邊耳垂，前者位置在 10-20 系統的 EEG 上為 Fp1，後者為 A1，而根據杜婉茹、孟令夫、王方伶、盧秋萍（2009）提到，工作記憶的腦區的活動偏向額顳葉區的活化；提取階段，物件任務與空間任務也是分別仰賴額葉和頂葉來提取訊息，再者簡佑宏等人（2005）的研究中也提及，左前額葉是觀察聆聽舒適音樂的重要位置，因此腦波耳機雖無法測得全腦的腦波，但足以收集本實驗需要的腦波數據。此外，腦機介面技術，是透過是根據 EEG 的訊號轉換後，由神念科技公司的研發人員將訊號轉換成一般民眾可判讀的數值，並且提供研究時所需要的五種腦波波形能量數值。本機器的信度，根據 2009 年澳洲臥龍崗大學的研究比對結果顯示，腦機介面所測得的數值與 EEG 達 96% 的精準度（Neurosky，2009）。

腦機介面技術於 2009 年技術成熟，目前持續開發軟、硬體，增加腦波耳機的功用與效能。2009 年至今運用腦機介面技術（BCI）晶片所完成的學術論文內容包含：日常生活中練習放鬆的腦波情型、受到壓力時的腦波情形、開車時的腦波狀態、ADHD 的注意力訓練、身心障礙者透過腦波與他人溝通等。由於攜帶方便，腦波耳機的使用能讓腦波測試離開實驗室，拓展至真實生活情境，讓更多人能透過腦波來瞭解自己或改善生活上的不方便。

目前，Neurosky 相關的國科會產學合作計畫（NSC 101-2622-H-003-001-CC3）（莊惠君，2012），比對受試者（編號 033）的三首不同的曲目，MEG 與腦波耳機測量結果的腦波。第一首樂曲，總長度為 49 秒，MEG 是採用連續施測，樂曲與樂曲中間間隔 6 秒鐘，腦波耳機採分段進行，樂曲與樂曲中間會填寫「音樂情緒感受表」。由 MEG 的圖形可發現，在樂曲一開始時，出現第一次  $\alpha$  波的能量高峰，延續約三秒鐘，而耳機於 3 秒鐘後，6 秒至 9 秒間也同樣出現一個高峰。樂曲的第 8 秒的位置也有同樣出現高峰，以此類推（箭頭處）。第二首樂曲，總長度為 41 秒，於樂曲開始、21 秒與 26 秒，皆有出現高峰，11 秒與 18 秒皆有到最低點。第三首樂曲，總長度為 55 秒，箭頭處為高低峰比對，經由三首樂曲可發現，MEG 與腦波耳機的波形顯示相似度高（圖 3-3），經由文獻，以及國科會產學合作計畫結果可知，Neurosky 的腦波耳機是具有腦波測量信度。

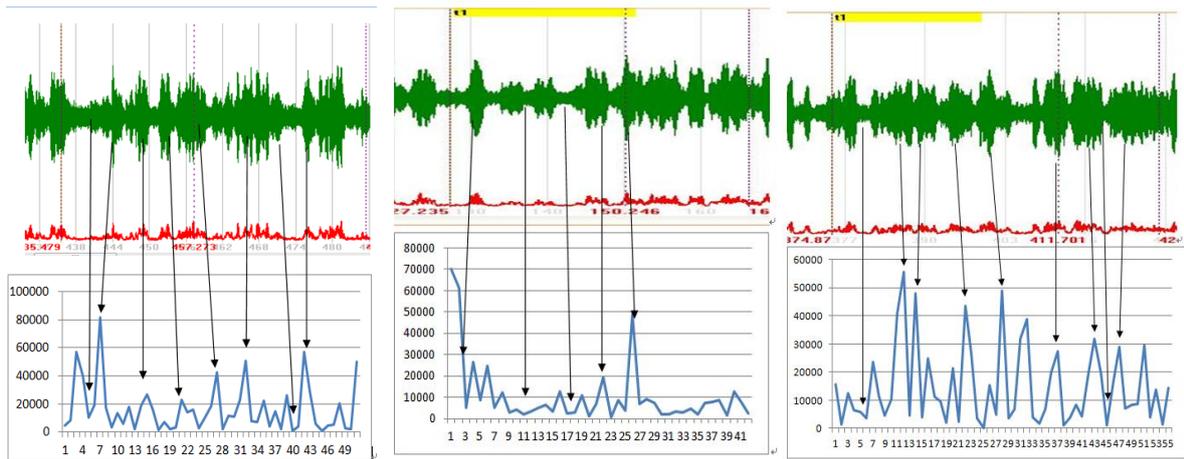


圖 3-3 編號 033 受試者三首曲目，上圖為 MEG 結果，下圖為腦機耳機介面結果

## 二、腦波測量

本研究之腦波測量流程包括實驗進行前後、資料分析以及實驗設計，分述如下。實驗前，施測場地盡可能挑選環境噪音較少的地方，並於施測前一天確認儀器的電量與運作狀況。實驗進行時需注意訊號的穩定度，時間越長，受試者如果不小心有太大的動作，會使訊號無法使用而必須重新施測。



圖 3-4 由左至右為腦波耳機、訊號發射器、數據收集盒

## (二) 資料分析

專注與放鬆會以的 1 至 100 的數值來表示，腦波會出現  $\delta$  波、 $\theta$  波、 $\alpha$  波、 $\beta$  波、 $\gamma$  波五種波的數值，因腦波能量值非常微弱，所以 Neurosky 將數據轉換成較容易判讀的能量值。雜訊的判讀有以下兩種原則，原則一： $\theta$  波超過 100000 或是  $\alpha$  波與  $\beta$  波超過 50000 時，即為接受到雜訊，為了消除雜訊的數值，資料分析時會使用中位數來弭平雜訊造成的資料不精確；原則二，訊號品質，數值為 0 表示訊號良好，如果出現數值超過 50 時，代表訊息極度不佳，此秒的資料須剔除。

### (三) 實驗設計

本研究施測的工作記憶情境，將參考 Hiroka 和 Ohira(2003) 的 Stroop Color-Word test 以及 Masahira、Shinobu 和 Jun (2007) 數學測驗。根據張春興 (2010) 敘述，當感覺器官因長久接收相同的刺激而使敏銳程度改變的現象，稱為感覺適應 (sensory adaptation)，為了避免相同的工作記憶情境反覆出現，讓受試者出現感覺適應的情況，而使工作情境的  $\alpha$  波下降，因此結合 Stroop Color-Word test 與數學測驗。

預試階段，工作記憶情境共有三個階段，以軟體 E-prime 2.0 設計實驗流程與收集回答數據，全程以數字鍵盤回答。第一階段為 20 題 Stroop Color-Word test，第二階段為 20 題數學測驗，第三階段為 40 題的 Stroop Color-Word test。第一階段的 Stroop Color-Word test 為白底，配上紅、黃、綠、藍四種顏色的國字，受試者要回答字的顏色，而非字義，如：紅色的筆寫「綠」，要回答紅色。每張影像呈現 2 秒，兩題中間以 0.8 秒的黑底白十字影像穿插，來消弭受試者的視覺暫留，且要求受試者目光於題目間停留在白色十字上，避免產生過多的眼動訊號。第二階段為數學加減法測驗，每張影像呈現 3.5 秒，中間穿插 1 秒黑底白十字影像。第三階段的 Stroop Color-Word test 會增加背景顏色來干擾判斷，配上紅、黃、綠、藍四種顏色的國字，受試者要回答國字的顏色，非國字的字義表達出來的顏色。每張影像呈現 1 秒，兩題中間以 0.5 秒的黑底白十字影像穿插。

預試樣本為一位音樂系女性及一位非音樂系男性，預試後發現，第二階段的  $\alpha$  波下降最多  $\beta$  波提升最高，第三階段的 Stroop Color-Word test 相較於第一階段的 Stroop Color-Word test， $\beta$  波明顯下降，且第一階段與第三階段之  $\alpha$  波(能量值以 50000 為上限)皆有出現破 40000 之能量值 (表 3-9)。

表 3-8

#### 預試樣本分析 (一)

預試樣本	第一階段		第二階段		第三階段	
	$\alpha$ 波	$\beta$ 波	$\alpha$ 波	$\beta$ 波	$\alpha$ 波	$\beta$ 波
音樂系	41170	27254	28506	33613	37974	17291
非音樂系	41169.5	34834.5	35307	28949.5	49767	15544

依據預試結果發現， $\alpha$  波在第三階段時，音樂系與非音樂系皆已經比第二階段還要高，為了避免出現  $\alpha$  波回升過多的情形，因此，將第三階段移除，修正工作記憶情境為兩個階段，第一階段為 Stroop Color-Word test，共 40 題，第二階段為數學測驗，共 30 題。Stroop Color-Word test 為白底，配上紅、黃、綠、藍四種顏色的國字，受試者要回

答字的顏色，而非字義，如：紅色的筆寫「綠」，要回答紅色。Hiroka 和 Ohira (2003) 於研究設計提及，影像出現時間越短，越能使受試者提高專注度，因此縮短每張影像呈現時間為 1.5 秒，兩題中間維持 0.8 秒的黑底白十字影像穿插。第二階段為數學加減法測驗，每張影像呈現時間縮短為 3 秒，中間維持穿插 1 秒的黑底白十字影像。第二次預試樣本與第一次預試樣本相同，結果如表 3-10 所示， $\alpha$  波能量值皆小於 40000，且第二階段結束後，音樂系  $\alpha$  波並無回升，非音樂系的  $\beta$  波能量值也有提升。

表 3-9

預試樣本分析 (二)

預試樣本	第一階段		第二階段	
	$\alpha$ 波	$\beta$ 波	$\alpha$ 波	$\beta$ 波
音樂系	39675.5	23233.5	37316.5	19318.5
非音樂系	21108	22868.5	31059.5	24277.5

本研究之工作記憶情境編製如下：共 70 題，第一階段為 40 題 Stroop Color-Word test，第二階段為 30 題數學測驗，測驗時間為 3 分 32 秒，兩階段中間會有 10 秒鐘休息時間，工作記憶情境總時間為 3 分 42 秒。

## 第四節 研究步驟

本研究之研究程序包括準備階段、研究實施階段、資料分析整理階段及完成論文階段，分述如下（圖 3-7）：

### 一、準備階段：

研究者首先思考研究方向，確定研究動機與研究目的後，擬定研究主題，蒐集整理工作記憶、音樂與生理、心理及音樂腦波之相關文獻。以市面販賣的放鬆音樂專輯，挑選出預試之音樂，於 102 年 10 月初進行挑選實驗用樂曲的預試，並進行平均數與標準差分析後，挑選出放鬆平均數較高的前五首，做為實驗用曲目。蒐集相關文獻建立工作記憶之情境，並於 102 年 11 月初進行工作記憶的預試，以及修改工作記憶之情境設計。最後根據相關文獻與國科會的研究經驗，建立實驗流程。

### 二、研究實施階段：

本研究於民國 102 年 11 月中，以修習 102 學年度上學期音樂治療課大學生為樣本，徵求實驗自願者，每位受試者皆會接受兩次的腦波測量，於 102 年 11 月底至 102 年 12 月底蒐集完成 20 位受試者的腦波數據。

實驗流程說明如下：

1. 受試者將通訊產品關機後，開始說明實驗內容，並帶著受試者詳讀實驗同意書，接著請受試者填寫基本資料。
2. 協助受試者配帶儀器，確認資料儲存位置與訊號穩定度後，開始測量腦波基礎線 3 分鐘。
3. 接續施測工作記憶 3 分 42 秒後，聆聽五首樂曲 7 分 29 秒，中間不間斷；第一次實驗結束，並與受試者確認第二次的實驗時間，兩次實驗時間間距皆超過 10 天以上。
4. 第二次實驗一開始先測量腦波基礎線 3 分鐘。
5. 接續聆聽五首樂曲，休息 5 分鐘後開始施測工作記憶。
6. 不給與任何刺激請受試者調整呼吸，讓自己放鬆身心，連續 5 分鐘。
7. 實驗結束後，重新播放五首樂曲，請受試者填寫音樂評量表。
8. 最後進行實驗後訪談。

### 三、資料分析整理階段

將實驗後的腦波資料、背景資料以及音樂評量表，以統計軟體編輯、分析。

### 四、完成論文階段

依據研究之結果撰寫研究結論與建議。研究流程如圖 3-5 所示。

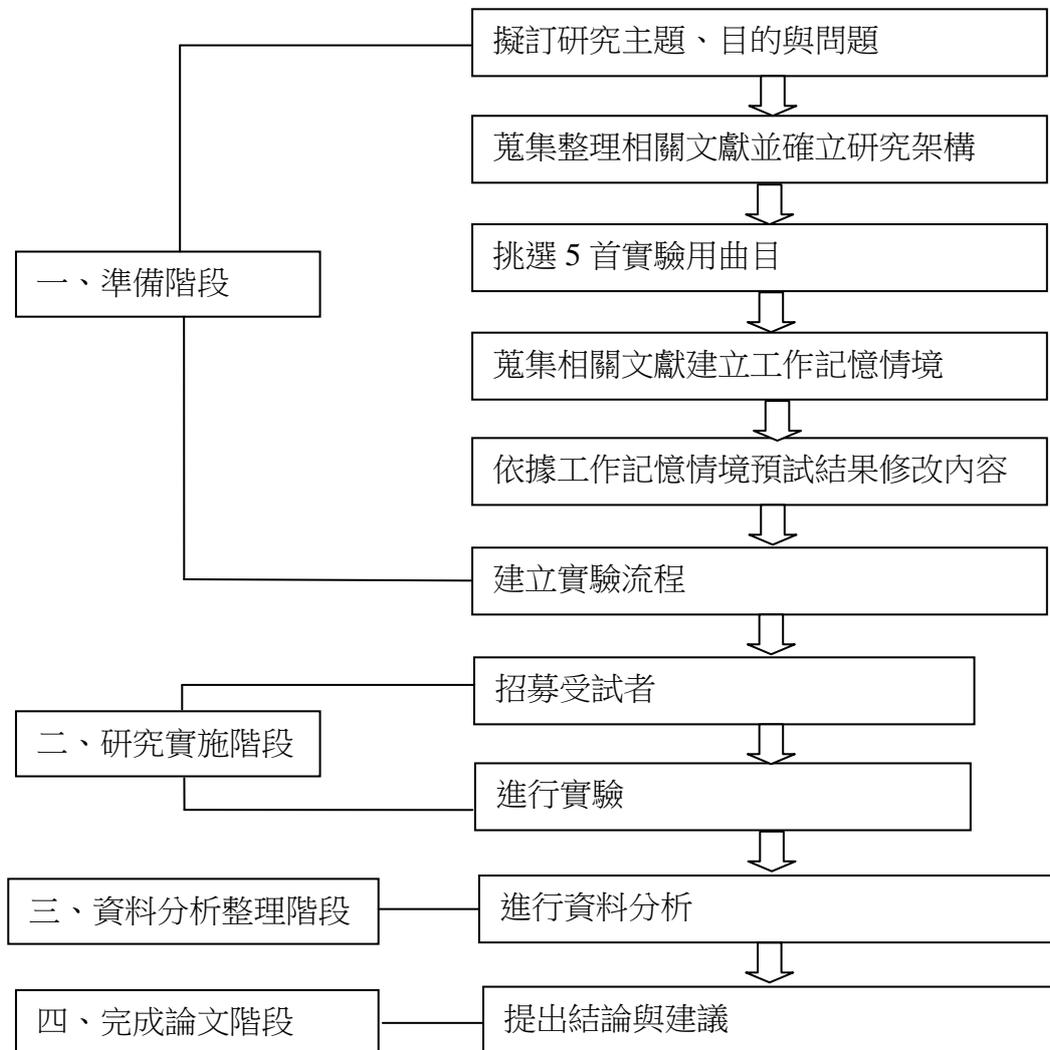


圖 3-5 研究流程

## 第五節 資料分析

本研究的腦波資料以 SPSS 18.0 for Windows 中文版套裝統計軟體進行資料處理及分析。

### 一、 Pearson 積差相關

以 Pearson 積差相關分析，探討腦波結果與自陳量表中的放鬆程度的相關情形。

### 二、 獨立樣本 t 考驗 (independent t-test)

針對背景變項中的性別及科系，以其為自變項，探討性別及科系對自陳量表中的放鬆程度、聆聽音樂的腦波、工作記憶情境後聆聽音樂的腦波、工作記憶情境後無聆聽音樂的腦波以及工作記憶後「無聆聽音樂」及工作記憶後「聆聽音樂」之腦波是否有差異。

### 三、 單因子變異數分析 (one-way ANOVA)

設定背景變項中的音樂學習背景為自變項，以自陳量表中的放鬆程度、聆聽音樂的腦波、工作記憶情境後聆聽音樂的腦波以及工作記憶情境後無聆聽音樂的腦波，進行單因子變異數分析，檢定各層面間有無顯著差異，若顯著水準者再以 Scheffé 法進行事後比較。

### 四、 相依樣本 t 考驗 (two-way t-test)

以將工作記憶情境後「無聆聽音樂」與「有聆聽音樂」之  $\alpha$  波進行相依樣本 t 考驗，檢定彼此之間有無顯著差異。

## 第四章 結果與討論

本章共分成三節，第一節探討無工作記憶聆聽音樂的腦波分析情形，以及自我感受的放鬆程度與腦波之間的相關性與差異性，第二節探討工作記憶後聆聽音樂的腦波情形，與第三節為分析工作記憶後有無聆聽音樂的腦波差異情形，茲分節說明如後。

### 第一節 無工作記憶聆聽音樂腦波分析情形

本節共分成四個部分。第一部分主要比較不同背景在無工作記憶時，聆聽樂曲的原始  $\alpha$  能量值差異情形；第二部分為比較不同背景在無工作記憶時，聆聽樂曲的  $\alpha$  能量值上升百分比的差異情形；第三部分將探討不同背景在無工作記憶時，聆聽樂曲時，達到最高  $\alpha$  能量值秒數的差異情形；最後為討論腦波測量結果與量表的相關、差異分析。

#### 一、不同背景在無工作記憶聆聽樂曲上原始 $\alpha$ 能量值差異比較

為了消弭雜訊的影響，研究者先選取每一位受試者，聆聽每一首樂曲的中位數後，再取每一分組的平均數，結果如表 4-1。

表 4-1

不同背景在無工作記憶聆聽樂曲上原始  $\alpha$  能量值差異比較

曲目	分組	M	SD	t	df
泰伊思冥想曲	男	12161.50	6328.638	-.516	18
	女	14024.20	9494.731		
G 弦之歌	男	13955.15	6460.219	.206	18
	女	13295.10	7787.841		
D 大調卡農	男	13444.00	6071.649	1.017	18
	女	10946.10	4849.356		
巴望舞曲	男	11520.15	4473.424	-.655	12.387
	女	13811.55	10121.243		
鋼琴協奏曲	男	13006.70	6354.211	.837	18
	女	10832.30	5200.426		

(續下頁)

曲目	分組	M	SD	t	df
泰伊思冥想曲	音樂系	13493.10	10164.992	.221	18
	非音樂系	12692.60	5333.488		
G 弦之歌	音樂系	14646.35	9304.068	.645	11.788
	非音樂系	12603.90	3707.250		
D 大調卡農	音樂系	13286.90	6498.589	.883	18
	非音樂系	11103.20	4355.080		
巴望舞曲	音樂系	14684.05	8622.813	1.184	18
	非音樂系	10647.65	6477.942		
鋼琴協奏曲	音樂系	13094.70	7556.326	.908	12.024
	非音樂系	10744.30	3143.237		

曲目	音樂學習背景	M	SD	F	Scheffé
泰伊思 冥想曲	高階	12072.17	4556.504	.396	
	中階	12208.89	10895.305		
	初階	15908.80	4548.662		
G 弦之歌	高階	11456.08	4178.177	.451	
	中階	15053.06	9594.157		
	初階	13657.70	3653.394		
D 大調卡農	高階	12757.80	5467.967	2.385	
	中階	9662.00	3661.969		
	初階	15525.67	6661.302		
巴望舞曲	高階	16844.92	6554.791	1.335	
	中階	11243.39	9471.670		
	初階	10211.40	3265.952		
鋼琴協奏曲	高階	14322.50	7084.702	.726	
	中階	10832.56	5811.256		
	初階	10992.40	3863.815		

根據表 4-1，在性別分組中，女性在馬斯內的《泰伊思冥想曲》、佛瑞的《巴望舞曲，op.50》的原始  $\alpha$  能量值的平均數高於男性，但是標準差較大。在科系分組內可發現，音樂系的原始  $\alpha$  能量值的平均數，五首皆高於非音樂系，但標準差較大。以音樂學習背景分組可發現，馬斯內的《泰伊思冥想曲》以及帕海貝爾的《D 大調卡農》，僅有初階的組別原始  $\alpha$  能量值的平均數高於其他二組，在佛瑞的《巴望舞曲，op.50》以及莫札特的〈鋼琴協奏曲第 21 號，第二樂章〉，高階的組別遠高與其他二組，尤其是佛瑞的《巴望舞曲，op.50》，高階的組別的平均數，比初階組別的能量值多 6633。

差異比較上，不論是性別、科系還是音樂學習背景，t 值與 F 值皆未達顯著。

討論：

性別比較方面，男性聆聽音樂時有三首樂曲的  $\alpha$  能量高於女性，但女性在佛瑞的《巴望舞曲，op.50》，腦波測試的結果是高於男性的；對自我放鬆程度的認知上，女性為普通放鬆 ( $M=3.2$ ) 高於男性的不放鬆 ( $M=2.1$ )。可發現認知上的判斷與生理上測量結果並不相同，結果與簡佑宏等人 (2005) 相同。在音樂系與非音樂系的平均數中，音樂系整體的平均數，皆高於非音樂系，由此可知，音樂系的訓練協助增加  $\alpha$  能量值，結果與林威志、邱安煒、徐建業、邱泓文 (2005)、歐秀慧 (2006)、鄭心怡 (2007) 以及謝麗鳳、劉淑珍、林惠蘭、陳美碧 (2008) 相同。

## 二、不同背景在無工作記憶聆聽樂曲上 $\alpha$ 能量值上升百分比差異比較

不同背景的學生在無工作記憶時聆聽樂曲的  $\alpha$  能量值上升百分比的差異，結果如表 4-2。上升百分比計算方法為：聆聽樂曲的  $\alpha$  能量值中位數扣除基準線  $\alpha$  能量值中位數後，除以基準線  $\alpha$  能量值，最後乘以 100 換算成百分比。正值為聆聽音樂後  $\alpha$  能量值上升，反之則下降。

表 4-2

不同背景在無工作記憶聆聽樂曲上  $\alpha$  能量值上升百分比差異比較

曲目	分組	M	SD	t	df
泰伊思冥想曲	男	3.395	33.222	-.468	18
	女	13.786	61.873		
G 弦之歌	男	28.883	59.984	.687	18
	女	10.431	60.079		
D 大調卡農	男	24.978	61.624	1.446	18
	女	-8.922	41.226		
巴望舞曲	男	7.667	49.225	.004	18
	女	7.556	62.075		
鋼琴協奏曲	男	32.148	91.822	1.289	18
	女	-9.730	46.072		
泰伊思冥想曲	音樂系	.278	51.680	-.756	18
	非音樂系	16.899	46.558		
G 弦之歌	音樂系	15.286	60.644	-.322	18
	非音樂系	24.029	60.634		

(續下頁)

曲目	分組	M	SD	t	df
D 大調卡農	音樂系	13.508	68.575	.445	18
	非音樂系	2.548	36.965		
巴望舞曲	音樂系	19.814	64.667	1.001	18
	非音樂系	-4.591	41.997		
鋼琴協奏曲	音樂系	18.600	97.148	.438	18
	非音樂系	3.818	44.375		

曲目	音樂學習背景	M	SD	F	Scheffé
泰伊思 冥想曲	高階	9.831	51.665	.924	
	中階	-5.144	49.657		
	初階	31.816	43.159		
G 弦之歌	高階	47.275	19.300	.427	
	中階	77.470	25.823		
	初階	32.396	14.488		
D 大調卡農	高階	40.882	69.230	1.991	
	中階	-13.034	38.704		
	初階	6.516	46.884		
巴望舞曲	高階	53.836	64.704	4.118*	
	中階	-10.010	42.447		
	初階	-16.140	26.004		
鋼琴協奏曲	高階	39.681	102.648	.664	
	中階	3.747	70.396		
	初階	-9.526	31.270		

\*  $p < .05$

根據表 4-2，性別方面，僅有馬斯內的《泰伊思冥想曲》，女性的上升比率較高，其餘四首皆為男性的上升比率較高，而在佛瑞的《巴望舞曲，op.50》，男女並無太大的差異。科系分組方面，音樂系聆聽音樂後， $\alpha$  能量值五首樂曲皆上升，且於佛瑞的《巴望舞曲，op.50》，音樂系為上升，非音樂系為下降。音樂學習背景方面，巴赫的〈G 弦之歌〉是唯一一首，三個組別在聆聽該樂曲後， $\alpha$  能量值為上升；佛瑞的《巴望舞曲，op.50》，為三項皆符合的組別  $\alpha$  能量值有上升，其餘兩組皆下降。差異比較上，不論是性別、科系  $t$  值皆未達顯著，僅在音樂學習背景中的佛瑞的《巴望舞曲，op.50》 $F$  值為 4.118，達統計上的顯著水準 ( $p < .05$ )，但經過 Scheffé 法事後比較，兩者間並無達顯著水準。討論：

性別比較方面，男性聽音樂較容易放鬆，而佛瑞的《巴望舞曲，op.50》，為小調曲目，不論男女聆聽後，上升的比率皆不高。男女在本樂曲認知上的放鬆程度有接近普通

放鬆 (M=2.8) 與普通放鬆 (M=3.3)，但是經由測量後可發現，聆聽本曲的  $\alpha$  能量值上升比率不太高，可發現認知上的判斷與生理上的感覺不一定相同，結果與簡佑宏等人 (2005) 相同。

科系上可發現，整體而言，聆聽音樂時  $\alpha$  能量值，幾乎都會提升，非音樂系於馬斯內的《泰伊思冥想曲》以及巴赫的〈G 弦之歌〉的上升比率高於音樂系。音樂系聆聽音樂後，能量值皆比基準線高，除了馬斯內的《泰伊思冥想曲》 $\alpha$  能量值上升比率較小，其餘四首樂曲皆超過 10%，可發現大學就讀音樂系的受試者，在聆聽樂曲後， $\alpha$  能量值比大學就讀非音樂科系的人容易上升，可見有較多音樂學習背景的人，音樂所產生的效果越大，結果與歐秀慧 (2006)、謝麗鳳、劉淑珍、林惠蘭、陳美碧 (2008) 相同。比較特別的是，在認知上，非音樂系對於佛瑞的《巴望舞曲，op.50》感受放鬆程度平均數有達普通放鬆 (M=3.40)，但是音樂系卻只有不放鬆 (M=2.70)。生理上的測量，非音樂系  $\alpha$  能量值反而下降 4%，音樂系卻上升 19%，可見聆聽這首小調的樂曲，對非音樂系的生理上並無法帶來放鬆。音樂系聆聽小調樂曲還是能放鬆，大小調對於音樂系生理上並不會影響，而是認知判斷成不放鬆，但是音樂系聽音樂的  $\alpha$  能量值比大學就讀非音樂科系的人容易上升。

音樂學習背景上，聆聽小調音樂也能放鬆的組別為高階音樂學習背景組，這可能與學習背景有相關，由於也喜歡聆聽古典音樂，再加上樂器的個別課與音樂性社團的訓練後，對於古典音樂的接受程度也較高，聆聽樂曲的範圍也會比較大，喜歡樂曲的種類也較多，也因此聆聽小調音樂時  $\alpha$  能量值還是能上升。

### 三、不同背景在無工作記憶聆聽樂曲上 $\alpha$ 能量值達最高峰的秒數差異比較

不同背景在無工作記憶聆聽樂曲的  $\alpha$  能量值達最高峰的秒數差異，結果如表 4-3，計算方法為：先取得每一位受試者，聆聽每一首樂曲時  $\alpha$  能量值達最高峰的秒數，並且剔除  $\alpha$  能量值超過 50000 的數值，再將秒數做運算。

表 4-3

不同背景在聆聽樂曲上  $\alpha$  能量值達最高峰的秒數差異比較

曲目	分組	M	SD	t	df
泰伊思冥想曲	男	50.5	30.780	.153	18
	女	48.2	36.401		

(續下頁)

曲目	分組	M	SD	t	df
G 弦之歌	男	73.10	27.978	2.498*	18
	女	42.10	27.509		
D 大調卡農	男	27.70	23.861	-1.114	18
	女	38.60	19.682		
巴望舞曲	男	32.20	24.684	.142	18
	女	30.70	22.603		
鋼琴協奏曲	男	41.50	32.702	-.457	18
	女	47.60	26.684		
泰伊思冥想曲	音樂系	30.40	27.889	-3.118**	18
	非音樂系	68.30	26.449		
G 弦之歌	音樂系	67.90	27.213	1.520	18
	非音樂系	47.30	33.123		
D 大調卡農	音樂系	30.90	22.502	-.447	18
	非音樂系	35.40	22.476		
巴望舞曲	音樂系	34.70	21.396	.620	18
	非音樂系	28.20	25.302		
鋼琴協奏曲	音樂系	38.40	25.079	-.938	18
	非音樂系	50.70	33.002		
曲目	音樂學習背景	M	SD	F	Scheffé
泰伊思冥想曲	高階	35.50	29.057	3.028	
	中階	43.11	35.417		
	初階	77.20	14.516		
G 弦之歌	高階	62.50	34.973	.271	
	中階	51.67	26.495		
	初階	62.40	39.853		
D 大調卡農	高階	19.83	22.551	1.703	
	中階	39.67	20.518		
	初階	37.40	20.959		
巴望舞曲	高階	36.17	21.451	.528	
	中階	25.44	21.048		
	初階	36.60	30.237		
鋼琴協奏曲	高階	30.928	12.626	.224	
	中階	29.657	9.886		
	初階	31.556	14.112		

\*  $p < .05$     \*\*  $p < .01$

根據表 4-3，性別中，在馬斯內的《泰伊思冥想曲》，男女達到高峰的秒數相近，48~50

秒的音樂片段為第一個段落結束，進入第二個段落時的長音。巴赫的〈G 弦之歌〉，男女落差較大，女生達最高峰的平均值位於第一段快結束前的高音後的往下音型，男生達最高峰的平均值位於第二段第一句的結尾，音量較小的時候。帕海貝爾的《D 大調卡農》，男女間相距 11 秒，男生的落點在第一個小樂段快結束時，女生為第二個小樂段第一個句子快要結束時。佛瑞的《巴望舞曲，op.50》，男女之間秒數相近，位於第一個樂段結尾，第二個樂段開頭。莫札特的〈鋼琴協奏曲第 21 號，第二樂章〉，男女之間相距五秒，男生的落點在強音前的音量較小的長音，女生的落點位於長樂句的結尾。

科系中，在馬斯內的《泰伊思冥想曲》，音樂系的高峰位於第一個樂段前一句的長音，非音樂系位於第二樂段最高音的長音。巴赫的〈G 弦之歌〉，科系間落差較大，音樂系達最高峰的平均值位於第二段開頭的第一句結尾，非音樂系達最高峰的平均值位於第一段結尾。帕海貝爾的《D 大調卡農》，科系間相距 5 秒，音樂系的落點在第一個小樂段快結束時，非音樂系為第二個小樂段第一個句子快要結束時。佛瑞的《巴望舞曲，op.50》，科系間秒數相差 6 秒，音樂系位於第二個樂段音量變大前的樂句結尾，非音樂系位於第一個樂段結尾。莫札特的〈鋼琴協奏曲第 21 號，第二樂章〉，科系間秒數相距較遠，音樂系的落點在強音前的弦樂穩定撥弦，非音樂系的落點位於樂句開頭的持續長音。

音樂學習背景中，三者之間只有一項符合的組別， $\alpha$  能量值達最高峰的秒數通常比較後面，除了巴赫的〈G 弦之歌〉三組的秒數較為接近。

性別經過差異比較後，巴赫的〈G 弦之歌〉t 值為 2.498，達統計上的顯著水準 ( $p < .05$ )，以及科系分組馬斯內的《泰伊思冥想曲》t 值為-3.118，達統計上的顯著水準 ( $p < .01$ )。

討論：

除了性別比較的巴赫〈G 弦之歌〉，以及科系分組比較的馬斯內的《泰伊思冥想曲》有達顯著水準外，大部份的秒數其實都很接近， $\alpha$  能量值到達高峰的時間點通常落在樂句、段落的結尾，或是出現長音的時候，以音樂的觀點來看，樂句的結尾通常會有終止式出現，不論是哪一種終止式，在和聲上具有解決前方不和諧的和弦的功能，緩解不和諧和弦帶來的張力。

#### 四、腦波測量結果與量表的相關、差異分析

腦波測量的 $\alpha$ 能量值結果與受試者自我感受放鬆程度的相關性及差異性分析方面，

由於兩者為不同級距不同，先將 $\alpha$ 能量值轉換成五等份，轉換方式如下： $\alpha$ 能量值0~2500為1，2500~5000為2，5000~7500為3，7500~10000為4，10000以上為5。

根據表4-4可知，受試者聆聽音樂的自陳放鬆的分數低於實際測量的分數。根據洪慧容、王璟璇(1999)、Updike(1990)、Mitchell、Macdonald、Knussen、與Serpell(2007)研究中顯示， $\alpha$ 能量值是聆聽音樂後大幅度回升，但是我們填寫量表時，會經過認知的判斷後再填寫，與生理的實際回升情形有所落差。

整體上除了馬斯內的《泰伊思冥想曲》之外，其餘四首的  $t$  值為-2.096 至-3.708，達統計上的顯著水準 ( $p < .05$ ， $p < .01$ ， $p < .001$ )。音樂系的組別，生理與自我感受並無太大差異，唯一一首小調的音樂， $t$  值為-4.636，達統計上的顯著水準 ( $p < .001$ )。會有此結果是因為音樂系的學習背景，使其聆聽小調音樂時，通常會先判斷為悲傷、難過的音樂，認知上先認定該樂曲不能放鬆，但是實際生理的反應並不覺得如此。非音樂系的組別，則於兩首巴洛克的樂曲， $t$  值達統計上的顯著水準，生理上其實都能放鬆，但在認知上可能因為對樂曲的熟悉或是喜好程度而影響其放鬆程度的選擇。

表 4-4

放鬆感受與  $\alpha$  能量值之相關情形

總項	曲目	分組	M	SD	Person	t	
整 體	泰伊思冥想曲	量表	4.10	.788	.110	-.590	
		$\alpha$ 波	4.25	.910			
	G 弦之歌	量表	4.00	.973	-.090	-2.259*	
		$\alpha$ 波	4.60	.598			
	D 大調卡農	量表	3.60	.995	-.124	-2.096*	
		$\alpha$ 波	4.25	.851			
	巴望舞曲	量表	3.05	1.050	-.011	-3.708***	
		$\alpha$ 波	4.20	.894			
	鋼琴協奏曲	量表	3.20	1.105	.066	-3.679**	
		$\alpha$ 波	4.25	.716			
	音 樂 系	泰伊思冥想曲	量表	3.90	.876	.268	-.557
			$\alpha$ 波	4.10	.994		
G 弦之歌		量表	4.00	1.247	-.127	-.840	
		$\alpha$ 波	4.40	.699			
D 大調卡農		量表	3.80	1.135	-.596	-.688	
		$\alpha$ 波	4.20	.919			

(續下頁)

總項	曲目	分組	M	SD	Person	t
	巴望舞曲	量表	2.70	.675	-.156	-4.636***
		α 波	4.40	.843		
	鋼琴協奏曲	量表	3.10	1.370	.071	-2.181
		α 波	4.20	.919		
非 音 樂 系	泰伊思冥想曲	量表	4.30	.675	-.234	-.264
		α 波	4.40	.843		
	G 弦之歌	量表	4.00	.667	.000	-3.207*
		α 波	4.80	.422		
	D 大調卡農	量表	3.40	.843	.608	-3.857**
		α 波	4.30	.823		
	巴望舞曲	量表	3.40	1.265	.186	-1.327
		α 波	4.00	.943		
	鋼琴協奏曲	量表	3.30	.823	.028	-3.354**
		α 波	4.30	.483		

\*  $p < .05$     \*\*  $p < .01$     \*\*\*  $p < .001$

#### 討論：

自我感受的結果與腦波測量的結果，僅有少數的組別未達顯著差異，結果與簡佑宏等人（2005）相同。依據結果推論，本研究因為要探討放鬆的情形，因此主要討論 α 能量值與量表之間的關係，並沒有探討 β 能量值於工作記憶時緊張或焦慮程度的關係，因此落差較大。皮爾遜積差分析結果發現，自我感受與腦波測量結果間，未發現有明顯相關，與謝明慧（2002）第一階段的實驗結果發現主觀的認定，與生理的測量是有落差的，難以達到顯著相關。

## 第二節 有工作記憶後聆聽音樂腦波分析情形

此節分成四個部分來討論，第一部分主要分析受試者在經過工作記憶後  $\alpha$  能量值以及  $\beta$  能量值的百分比偏差是否符合研究設計；第二部分為比較不同背景在工作記憶後，聆聽樂曲的原始  $\alpha$  能量值差異情形；第三部分將探討不同背景在工作記憶後，聆聽樂曲時，達到最高  $\alpha$  能量值秒數的差異情形；最後為比較不同背景在工作記憶後，聆聽樂曲的  $\alpha$  能量值上升比率以及  $\beta$  能量值下降比率的差異情形。

### 一、 $\alpha$ 能量值以及 $\beta$ 能量值的百分比偏差是否符合研究設計

根據研究設計，受試者在工作記憶情境時， $\alpha$  能量值需下降或  $\beta$  能量值上升；聆聽音樂後， $\alpha$  能量值上升或  $\beta$  能量值下降。工作記憶的  $\alpha$  能量值中位數扣除基準線  $\alpha$  能量值中位數後，除以基準線  $\alpha$  能量值，最後乘以 100 換算成百分比， $\beta$  能量值也使用相同的方式計算。聆聽音樂的換算方式為聆聽音樂的  $\alpha$  能量值中位數扣除工作記憶的  $\alpha$  能量值中位數後，除以工作記憶  $\alpha$  能量值，最後乘以 100 換算成百分比， $\beta$  能量值也使用相同的方式計算；正值為聆聽音樂後  $\alpha$  能量值上升，反之則下降，相關結果見表 4-5。

依據表 4-5 可知，在工作記憶情境時，9 位受試者  $\alpha$  能量值下降，13 位受試者  $\beta$  能量值上升，結果與 Costa 等人（1997）相同。僅編號 1、6 兩位音樂系的受試者與  $\alpha$  能量值上升， $\beta$  能量值下降，與工作記憶時，大部分的腦波情況完全相反；聆聽音樂後，11 位受試者  $\alpha$  能量值上升，14 位受試者  $\beta$  能量值下降，僅編號 1、12 受試者的受試者與  $\alpha$  能量值下降， $\beta$  能量值上升，與聆聽音樂時，大部分的腦波情況完全相反。因此，在統計上，編號 1、6 以及 12 號受試者可能會影響整體結果。

編號 16、18、19 以及 20，測量基準線時， $\alpha$  能量值以及  $\beta$  能量皆非常低，原因如下：編號 16 號受試者，施測時間為下午 5 點，施測前連上五堂必修課，推斷精神狀態過於疲勞；編號 18 號受試者，施測時間為下午 4 點，前一天僅睡 5 個小時，推斷精神狀態過於疲勞；編號 19 號受試者，施測時間為週六上午 10 點，沒吃早餐，推斷為生理上出現飢餓反應；編號 20 號受試者，施測時間為週六上午 11 點，沒吃早餐，前天超過凌晨 2 點才休息，推斷為生理出現飢餓反應，以及精神狀態過於疲勞。因此，進入測量工作階段時， $\alpha$  能量值，或  $\beta$  能量值出現超過 85% 的上升比率。整體而言，工作記憶與聆聽音樂的施測結果，僅 2 位受試者與研究設計不符合。

表 4-5

受試者工作記憶與聆聽樂曲的  $\beta$  能量上升或下降比率

受試者 編號	工作記憶 $\alpha$ 能量值 百分比偏差	工作記憶 $\beta$ 能量 值百分比偏差	聆聽樂曲 $\alpha$ 能量值 百分比偏差	聆聽樂曲 $\beta$ 能量 值百分比偏差
1	58.48	-10.1	-48.52	24.30
2	-38.11	57.0	52.64	-2.90
3	16.51	52.8	11.57	-14.6
4	44.48	57.8	-56.28	-15.6
5	17.91	3.9	29.18	15.9
6	-7.26	-27.0	73.26	32.5
7	-58.61	-41.6	19.50	28.1
8	-35.40	-11.4	13.51	-5.8
9	-26.99	-10.4	72.63	-12.1
10	-42.60	42.5	-20.36	-4.5
11	-29.19	18.0	14.85	-15.5
12	-13.78	-3.1	-0.36	14.2
13	-14.93	3.4	58.71	44.1
14	44.71	32.0	22.40	-28.6
15	13.92	27.6	-41.77	-12.1
16	112.27	148.0	-6.90	-30.4
17	4.62	58.2	-8.71	-29.7
18	3.88	160.0	0.27	-64.1
19	131.59	254.0	-23.14	-33.3
20	86.20	51.0	-34.07	-44.9

二、不同背景在工作記憶後，聆聽樂曲的原始  $\alpha$  能量值差異情形

不同背景在工作記憶後，聆聽樂曲時， $\alpha$  能量值差異比較，結果如表 4-6。

表 4-6

不同背景在工作記憶後聆聽樂曲上  $\alpha$  能量值差異比較

曲目	分組	M	SD	t	Df
泰伊思冥想曲	男	11796.00	5416.127	-.461	17.646
	女	13001.40	6246.029		
G 弦之歌	男	14097.60	7849.961	.429	18
	女	12714.10	6528.148		
D 大調卡農	男	12108.40	3398.885	.226	18
	女	11657.00	5317.112		

(續下頁)

曲目	分組	M	SD	t	Df
巴望舞曲	男	12160.90	5987.959	.274	18
	女	11514.85	4421.657		
鋼琴協奏曲	男	12222.10	5596.279	.219	18
	女	11564.70	7647.406		
泰伊思冥想曲	音樂系	12667.00	6236.434	.204	18
	非音樂系	12130.40	5486.479		
G 弦之歌	音樂系	15487.95	8604.130	1.346	18
	非音樂系	11323.75	4651.589		
D 大調卡農	音樂系	12785.30	4696.727	.925	18
	非音樂系	10980.10	4008.446		
巴望舞曲	音樂系	12468.80	5054.895	.539	18
	非音樂系	11206.95	5403.891		
鋼琴協奏曲	音樂系	13736.70	7956.225	1.284	18
	非音樂系	10050.10	4380.544		
曲目	音樂學習背景	M	SD	F	Scheffé
泰伊思 冥想曲	高階	10353.50	2934.735	1.916	
	中階	11508.56	7221.362		
	初階	16455.20	3451.039		
G 弦之歌	高階	13136.17	7956.017	.061	
	中階	13029.17	8337.988		
	初階	14407.50	4132.809		
D 大調卡農	高階	12167.17	3823.567	.355	
	中階	11023.22	5198.519		
	初階	13088.40	3732.899		
巴望舞曲	高階	12149.08	5891.764	.068	
	中階	11350.72	5006.690		
	初階	12341.30	5537.671		
鋼琴協奏曲	高階	11932.17	5553.736	.072	
	中階	11357.44	8547.131		
	初階	12811.60	4028.462		

以性別分組時，在工作記憶後，僅有聆聽馬斯內的《泰伊思冥想曲》男性的 $\alpha$ 能量值得平均數低於女性，但並無顯著落差，僅在巴赫的〈G弦之歌〉落差較大。以科系分組時，音樂系聆聽於工作記憶後，聆聽樂曲的 $\alpha$ 能量值的平均數，五首全部高於非音樂系，尤其是巴赫的〈G弦之歌〉的 $\alpha$ 能量值平均數有大幅度的落差。音樂學習背景分組比較方面，三組間的平均數並無太大的差異，馬斯內的《泰伊思冥想曲》僅初階的組別大

幅度高於中階及高階的組別，根據原始數值，發現初階的受試者 $\alpha$ 能量值的平均數與馬斯內的《泰伊思冥想曲》整體平均數（ $M=12398.7$ ）整整高了4056.5，懷疑是收到過多的雜訊，或是初階的受試者在工作記憶後，聽此樂曲特別能放鬆。

討論：

經過工作記憶後，性別之間 $\alpha$ 能量值差異並不大， $t$ 值也都小於1，僅在巴赫的〈G弦之歌〉 $\alpha$ 能量值比其餘四首高，可見性別並不影響聆聽音樂時的腦波，結果與簡佑宏等人（2005）相同。工作記憶後聆聽音樂，音樂系的 $\alpha$ 能量值平均數還是高於非音樂系，因此受過音樂訓練的人，在聆聽音樂後，還是比較能放鬆。

### 三、不同背景在工作記憶後聆聽樂曲時， $\alpha$ 能量值達到最高點的秒數差異情形

不同背景在工作記憶後聆聽樂曲 $\alpha$ 能量值達最高峰的秒數差異比較，結果如4-7。

表 4-7

不同背景在工作記憶後聆聽樂曲  $\alpha$  能量值達最高峰的秒數差異比較

曲目	分組	M	SD	T	Df
泰伊思冥想曲	男	46.70	28.945	-.122	18
	女	48.30	29.896		
G 弦之歌	男	64.40	35.312	.693	18
	女	53.60	34.391		
D 大調卡農	男	33.10	16.960	.325	18
	女	30.50	18.722		
巴望舞曲	男	32.30	19.984	-1.180	18
	女	43.20	21.317		
鋼琴協奏曲	男	34.50	33.441	-.812	18
	女	46.10	30.377		
泰伊思冥想曲	音樂系	44.20	26.691	-.505	18
	非音樂系	50.80	31.566		
G 弦之歌	音樂系	49.00	33.764	-1.327	18
	非音樂系	69.00	33.649		
D 大調卡農	音樂系	35.50	15.981	.946	18
	非音樂系	28.10	18.871		
巴望舞曲	音樂系	27.70	21.245	-2.411*	18
	非音樂系	47.80	15.619		
鋼琴協奏曲	音樂系	43.40	32.609	.428	18
	非音樂系	37.20	32.110		

（續下頁）

曲目	音樂學習背景	M	SD	F	Scheffé
泰伊思 冥想曲	高階	47.33	28.353	.002	
	中階	47.89	27.205		
	初階	47.00	37.597		
G 弦之歌	高階	50.33	30.257	.309	
	中階	65.11	33.814		
	初階	58.40	44.545		
D 大調卡農	高階	37.83	15.791	1.242	
	中階	25.11	19.688		
	初階	36.60	13.164		
巴望舞曲	高階	19.83	20.183	4.664*	二項> 三項
	中階	48.11	16.647		
	初階	40.60	16.517		
鋼琴協奏曲	高階	33.83	31.340	.647	
	中階	49.33	33.838		
	初階	31.80	30.103		

\*  $p < .05$

根據表 4-7 可知，性別分組，男女之間並無太大的差異，馬斯內的《泰伊思冥想曲》，男女達到高峰的秒數相近，46~48 秒的音樂片段為第一個段落結束。巴赫的〈G 弦之歌〉53 秒為第一段結束，男性的最高峰落於 64 秒，為第二段開頭長音後的解決音。帕海貝爾的卡農皆落於第一樂句反覆後的結尾。佛瑞的《巴望舞曲，op.50》，男性秒數位於第一個樂段結尾，第二個樂段開頭；女性的秒數位於樂句的開頭。莫札特的〈鋼琴協奏曲第 21 號，第二樂章〉，男女之間相距較遠，男生的落點在低音域的長音，女生的落點位於長樂句的結尾。

科系上，聆聽馬斯內的《泰伊思冥想曲》時，音樂系在第一段終止式前就達  $\alpha$  能量值的高峰，非音樂系位於第一個段落結束，進入第二個段落時的長音。在巴赫的〈G 弦之歌〉，音樂系位於第一個樂段結束前達  $\alpha$  能量值的高峰，非音樂系則位於第二段第一句的結尾。帕海貝爾的《D 大調卡農》，音樂系與非音樂系的位置無明顯段落。佛瑞的《巴望舞曲，op.50》，音樂系位於第一段的結尾，非音樂系位於第二段的前半段樂句結尾。莫札特的〈鋼琴協奏曲第 21 號，第二樂章〉，音樂系與非音樂系的位置無明顯段落。

音樂學習背景上，聆聽馬斯內的《泰伊思冥想曲》，三階層間，並無秒數的差異，皆位於第一個段落結束時， $\alpha$  能量值達到高峰。巴赫的〈G 弦之歌〉以學習背景最高階的人， $\alpha$  能量值最快達到高峰，位於第一個樂段結束時達到高峰。帕海貝爾的《D 大調

卡農》以中階的層級較快達到高峰，位於樂句的小結尾。佛瑞的《巴望舞曲，op.50》則以高階的層級較快達到高峰，但是，平均的位置並無明顯的段落，但靠近第一段的結尾樂句。莫札特的〈鋼琴協奏曲第 21 號，第二樂章〉則以初階的層級，聆聽後較快達到高峰，位於樂句的結尾。

科系經過差異比較後，佛瑞的《巴望舞曲，op.50》t 值為-2.411，達統計上的顯著水準 ( $p < .05$ )；於音樂學習背景中，也是佛瑞的《巴望舞曲，op.50》F 值為 4.664，達統計上的顯著水準 ( $p < .05$ )。

討論：

根據表 4-7 結果可發現，音樂系或是音樂學習背景高階的人，對於小調音樂在認知判斷上，認定是不放鬆的樂曲，但是經由儀器測量可發現，聆聽小調樂曲時，反而能在較短的時間讓生理達到放鬆的狀態。

#### 四、不同背景在工作記憶後，聆聽樂曲的 $\alpha$ 能量值上升比率以及 $\beta$ 能量值下降比率的差異情形

上升百分比計算方法為：聆聽樂曲的  $\alpha$  能量值 ( $\beta$  能量值) 中位數扣除工作記憶  $\alpha$  能量值 ( $\beta$  能量值) 中位數後，除以工作記憶  $\alpha$  能量值 ( $\beta$  能量值)，最後乘以 100 換算成百分比。正值為工作記憶後，聆聽音樂時  $\alpha$  能量值上升，反之則下降。

$\beta$  能量值在聆聽音樂後下降的情形，結果見表 4-8。工作記憶後聆聽音樂， $\beta$  能量值在性別、科系中皆有下降的趨勢，但在音樂系的平均數中可發現， $\beta$  能量值下降的比率僅有 1.65%；音樂學習背景中，三項符合的組別為上升 7%。

表 4-8

不同背景在工作記憶後聆聽樂曲的整體  $\beta$  能量值下降百分比差異比較

分組	M	SD	T	Df
男	-6.10	29.99	18	.804
女	-9.30	26.56		
音樂系	-1.65	31.95	.978	18
非音樂系	-13.75	22.55		
音樂學習背景	M	SD	F	顯著性
高階	7.60	28.75	2.804	.089
中階	-22.20	27.30		
初階	.04	14.19		

討論：

整體而言，聽音樂是能將工作記憶的 $\beta$ 能量值降低。根據結果可發現，音樂系以及音樂學習背景中的高階組別，可能為少部分音樂系大學生在聆聽樂曲時，如果遇到自己相關的樂器容易考慮詮釋樂曲的方法，以及個人偏好的版本等，而大量使用認知的大腦區域，因此造成 $\beta$ 能量值不容易下降太多。根據歐秀慧（2006）的研究提及，音樂學習背景不足的人， $\beta$ 能量值不容易下降，原因為聆聽音樂需長時間維持在高度專注，假使聆聽者不知音樂的語法，卻要枯坐在現場，反而會非常痛苦，本研究結果與此篇相同。

不同背景在工作記憶後，聆聽不同的樂曲時， $\alpha$ 能量上升百分比平均值差異，結果如表4-9。

表 4-9

不同背景在工作記憶後聆聽樂曲上  $\alpha$  能量上升百分比差異比較

曲目	分組	M	SD	T	Df
泰伊思冥想曲	男	6.5305	48.10462	-.309	18
	女	12.5894	39.12624		
G 弦之歌	男	27.2781	69.65132	.670	18
	女	9.8553	43.71054		
D 大調卡農	男	13.3017	41.25295	.321	18
	女	6.1129	57.69685		
巴望舞曲	男	7.5673	39.44472	.284	18
	女	2.6083	38.73947		
鋼琴協奏曲	男	7.8612	41.81628	.587	18
	女	-2.8190	39.49126		
泰伊思冥想曲	音樂系	8.4591	40.49166	-.112	17.598
	非音樂系	10.6607	47.14918		
G 弦之歌	音樂系	30.5955	62.57006	.936	18
	非音樂系	6.5380	51.90386		
D 大調卡農	音樂系	18.7793	60.73124	.822	18
	非音樂系	.6353	34.47126		
巴望舞曲	音樂系	10.3625	43.78196	.608	18
	非音樂系	-.1869	33.03948		
鋼琴協奏曲	音樂系	13.2578	41.99664	1.217	18
	非音樂系	-8.2156	36.76472		

(續下頁)

曲目	音樂學習背景	M	SD	F	Scheffé
泰伊思 冥想曲	高階	-2.6418	27.85397	2.272	
	中階	-.7192	46.83206		
	初階	42.7044	38.81254		
G 弦之歌	高階	18.0996	55.42831	.137	
	中階	12.5182	62.64578		
	初階	30.0146	60.48087		
D 大調卡農	高階	18.0423	51.49278	.185	
	中階	2.2916	57.70888		
	初階	13.0536	34.15842		
巴望舞曲	高階	11.8425	41.78481	.123	
	中階	2.5899	45.61429		
	初階	1.4783	21.57796		
鋼琴協奏曲	高階	10.0998	34.32074	.299	
	中階	-5.3661	46.97090		
	初階	8.0364	37.28923		

以性別分組時，女性在工作記憶後，聆聽樂曲，僅有馬斯內的《泰伊思冥想曲》的平均 $\alpha$ 能量值上升比率高於男性，其餘四首男性的上升比率皆高於女性。以科系分組時，非音樂系在工作記憶後，聆聽樂曲時，僅有馬斯內的《泰伊思冥想曲》的 $\alpha$ 能量值上升比率高於音樂系，其餘的四首樂曲，音樂系上升的比率皆大幅度高於非音樂系。在音樂學習背景分組中，僅有初階的組別在工作記憶後聆聽五首樂曲， $\alpha$ 能量值還是能提升。

討論：

整體而言，接受工作記憶後聆聽音樂，確實能讓人恢復  $\alpha$  能量值，研究結果與鄭心怡（2007）、Davis 和 Thaut（1989）相同。另外 Cambell（1997）提及巴洛克的音樂，或某些具有特定情調音樂選集中，可將  $\beta$  波轉換到  $\alpha$  波，在本次研究的巴赫與帕海貝爾的曲目，也得到相同結果。此外在歐秀慧（2006）說明，有音樂學習背景的人，在聆聽音樂時， $\alpha$  波比例會高於完全沒有音樂學習背景的人，與研究結果相同。從  $\alpha$  能量值上升的幅度來看，經過工作記憶後，腦波的  $\alpha$  能量值會大幅下降，在聆聽音樂後  $\alpha$  能量值是能大幅度回升，因此在日常生活中，當身體  $\alpha$  能量值下降時，是會造成血壓過高、心跳過快，可聆聽適合的音樂來恢復  $\alpha$  能量值，減緩心跳，提升工作效能，此結果與洪慧容、王璟璇（1999）、Updike（1990）、Mitchell、Macdonald、Knussen、與 Serpell（2007）相同。

### 第三節 有無聆聽音樂腦波之差異分析

此節分成三項討論，第一項主要分析受試者在經過工作記憶後「無聆聽音樂」及工作記憶後「聆聽音樂」原始  $\alpha$  能量值差異情形；第二項將探討工作記憶後，聆聽樂曲時，達到最高  $\alpha$  能量值秒數以及  $\beta$  能量值到達最低點的秒數差異情形；最後為比較工作記憶後，聆聽樂曲的  $\alpha$  能量值上升比率以及  $\beta$  能量值下降比率的差異情形。

五首音樂視為整體，算出「有音樂」的整體中位數。由表 4-10 可知，無音樂的部分，原始  $\alpha$  能量值都較高，僅在男性的部分工作記憶後有聽音樂原始  $\alpha$  能量值較高。但整體而言，不論是否有聽音樂，在工作記憶後原始  $\alpha$  能量值並不會有太大的差異， $t$  值皆未達統計上的顯著水準。

表 4-10

工作記憶後「無聆聽音樂」及工作記憶後「聆聽音樂」原始  $\alpha$  能量值差異情形

總項	有無聽音樂	M	SD	t	顯著性
整體	無	13289.10	8123.697	.927	.365
	有	11973.65	4893.744		
男	無	11590.95	5876.198	-.375	.717
	有	12155.50	5052.421		
女	無	14987.25	9918.854	1.370	.204
	有	11791.80	4995.797		
音樂系	無	13408.45	9761.786	.167	.871
	有	13040.60	5559.997		
非音樂系	無	13169.75	6633.062	1.220	.253
	有	10906.70	4137.044		

討論：

依據實驗設計的順序，工作記憶後有聽音樂為第一次施測，相隔十天以上，才施測工作記憶後無聽音樂，可能第一次施測時，受試者容易緊張，以及不熟悉環境，而造成此結果，不過有聽音樂的部分，受試者之間的原始  $\alpha$  能量值標準差的部分差異較小，可見第一次情況受試者身心狀況反而較相近，第二次，有些受試者可能已經習慣，而比較容易按照實驗的進行，有些人容易緊張就不容易在實驗中放鬆。因此，在往後的實驗設計中，可能須排除更多會影響實驗結果的干擾變項。

表 4-11 秒數的挑選方式如下： $\alpha$  能量值最高秒數是以超過或等於基準線最高的能量值中，挑出秒數最小的數值， $\beta$  能量值最低是以低於或等於基準線最低的能量值中，挑出秒數最小的數值。

根據表 4-15 可發現，工作記憶後，有聽音樂  $\alpha$  與  $\beta$  能量值約在 1 分鐘至 2 分鐘可恢復基準線的能量值；如果沒有聽音樂，則需要 3 分鐘至 4 分鐘才能恢復到基準線的能量值。不論是整體還是不同的性別、科系， $t$  值為 3.65 至 8.535，皆達統計上的顯著水準 ( $p < .01$  以及  $p < .001$ )。

表 4-11

工作記憶後「無聆聽音樂」及工作記憶後「聆聽音樂」秒數差異情形

總項	有無音樂	$\alpha$ 能量值最高秒數			$\beta$ 能量值最低秒數		
		M	SD	t	M	SD	t
整體	無	214.35	63.312	8.535***	208.00	71.478	6.038***
	有	73.70	45.970		81.40	51.922	
男	無	193.50	48.001	5.409***	191.70	78.506	3.65**
	有	72.80	48.025		70.10	44.396	
女	無	235.20	72.057	6.785***	224.30	63.502	4.821***
	有	74.60	46.402		92.70	58.623	
音樂系	無	231.20	46.159	6.495***	203.00	77.650	4.560***
	有	68.00	44.515		84.40	56.814	
非音樂系	無	197.50	75.503	5.888***	213.00	68.563	3.94**
	有	79.40	49.067		78.40	49.433	

\*\*  $p < .01$  \*\*\*  $p < .001$

表 4-12 計算方法如下：聆聽樂曲的  $\alpha$  能量值 ( $\beta$  能量值) 中位數扣除工作記憶  $\alpha$  能量值 ( $\beta$  能量值) 中位數後，除以工作記憶  $\alpha$  能量值 ( $\beta$  能量值)，最後乘以 100 換算成百分比。正值為工作記憶後，聆聽音樂後  $\alpha$  能量值上升，反之則下降。

由表 4-12 可知，工作記憶後沒有聽音樂，整體上比工作記憶時的  $\alpha$  能量值，還低了 3.16% 的  $\alpha$  能量值； $\beta$  能量值下降的比率則以沒有聽音樂比較高，又以音樂系下降最少，僅下降了 1.66%，非音樂系下降最多，下降了 13.75%。差異比較方面，在整體方面， $t$  值達 -2.483，達統計上的顯著水準 ( $p < .05$ )；男性方面， $t$  值達 -3.583，達統計上的顯著水準 ( $p < .01$ )。

表 4-12

工作記憶後「無聆聽音樂」及工作記憶後「聆聽音樂」 $\alpha$ 、 $\beta$  能量值上升比率差異情形

總項	有無音樂	$\alpha$ 上升比率			$\beta$ 下降比率		
		M	SD	t	M	SD	t
整體	無	-3.16	58.32	-.706	-24.54	24.28	-2.483*
	有	6.42	38.26		-7.71	27.63	
男	無	-15.45	43.51	-1.708	-38.72	23.60	-3.583**
	有	9.55	41.54		-6.10	30.00	
女	無	9.13	70.37	.259	-10.36	15.52	-.140
	有	3.29	36.64		-9.31	26.56	
音樂系	無	-1.37	75.26	-.565	-25.03	29.13	-1.997
	有	12.56	41.09		-1.66	31.96	
非音樂系	無	-4.95	38.86	-.408	-24.05	19.89	-1.493
	有	.28	36.29		-13.75	22.55	

\*  $p < .05$  \*\*  $p < .01$ 

綜合討論：

依據表 4-11 與 4-12 結果可發現，在工作記憶壓抑了  $\alpha$  能量值，提高  $\beta$  能量值不論是否有聽音樂，腦波在沒有工作記憶的刺激後，基本上皆能恢復到原來的水平；但是聆聽音樂，能比較快恢復工作記憶前的腦波水平。 $\alpha$  能量值上升比率方面，沒有聽音樂僅有女性能讓  $\alpha$  能量值恢復工作記憶前的腦波水平，有聽音樂  $\alpha$  能量值都有提升， $\beta$  能量值皆有下降，結果與洪慧容、王璟璇（1999）、Updike（1990）、Mitchell、Macdonald、Knussen、與 Serpell（2007）相同； $\alpha$  能量值又以音樂系能提升最多，非音樂系提升最少結果，可見音樂背景會影響到聆聽音樂時  $\alpha$  能量值的是上升百分比。聽音樂的  $\beta$  能量值以音樂系下降最少，非音樂系下降最多，可能原因為，音樂系在聽古典音樂時，容易與自己的樂器或是學習經驗連結，因此較難降低  $\beta$  能量值。

## 第五章 結論與建議

本研究旨在瞭解，不同背景的大學生於聆聽音樂與工作記憶後聆聽音樂的腦波差異情形，經文獻探討提出研究架構，以國立臺灣師範大學 20 位大學生，使用大寶科技提供的 Zigbee 多人評測系統與腦波測量耳機蒐集腦波資料，進行皮爾遜積差相關、獨立樣本 t 考驗、單因子變異數分析、事後比較、相依樣本 t 考驗等統計方法分析與討論。本章共分為兩節，第一節為結論，根據研究結果提出主要發現進行歸納與結論；第二節為建議，依研究結論提出建議供音樂教育工作者、未來研究者以及聆聽者參考，茲分述如下。

### 第一節 結論

本節依據研究目的及研究結果，將本研究之結論呈現如下：

#### 一、腦波容易受到身體狀況的影響，有工作記憶的刺激，會提升 $\beta$ 能量值。

本研究中，工作記憶情境包含 stroop-test 與數學計算題，數學題目對不同科系的大腦負荷程度會有些許不同，其中理工科系的學生而言，數學計算題並不會讓大腦負荷增加太多，因此在計算  $\beta$  能量值的提升的程度時，會受不同科系的數學程度影響。但是整體而言，只要認真專注於螢幕上的刺激，大腦就會活化前額葉皮質及顳葉區，啟動工作記憶的腦區，讓我們能順利執行任務。當我們的順利執行任務時，也是持續激活前額葉皮質及顳葉區，增加耗氧量，持續一段時間， $\beta$  能量值通常都會上升。

#### 二、無論是否有工作記憶的刺激，整體音樂系的學生，聆聽音樂的原始 $\alpha$ 能量值比非音樂系學生的能量值高。

每一位受試者腦波是會受到情緒、生理狀態與認知的影響，因此腦波能很忠實反映出受試者在當下聆聽音樂的身心狀態。整體而言，在沒有工作記憶情境的影響，直接聆聽音樂的腦波的狀態，本研究中 10 位音樂系受試者，不論是原始  $\alpha$  能量值或是  $\alpha$  能量值上升的百分比，兩者皆比非音樂系的受試者高。

在工作記憶後受到壓抑的  $\alpha$  能量值，音樂系的學生聆聽音樂後， $\alpha$  能量值恢復程度都比非音樂系的學生好，可見科系影響腦波結果的變項，音樂系的學生也較容易從聆聽音樂中獲得高  $\alpha$  能量值。性別的影響則沒有像科系那麼顯著。由上述可發現受試者有較完整的音樂學習背景，在聆聽音樂時較容易得到放鬆的感受。

**三、 $\alpha$  能量值到達最高點，通常位於樂曲的樂段結束、出現終止式、出現長音時以及樂曲最高點結束後。**

過去的腦波實驗，鮮少提及受試者聆聽樂曲時，腦波在不同樂段改變的情形。聆聽放鬆樂曲時， $\alpha$  能量值會隨著音樂張力而改變。在本研究中，特別針對  $\alpha$  的最大能量值與樂曲進行中的情形做比對。結果發現， $\alpha$  能量值的高峰點通常是位於樂段的結束、終止式的出現、出現長音以及樂曲最高峰結束後。以上出現  $\alpha$  能量值的高峰點的樂曲共同特色為：讓人有結束的感受，或是樂曲張力被削減時，或是同一個音高停留較長的時間。可見，在音樂的語法、結構是會影響到受試者  $\alpha$  能量值的高低。

**四、在工作記憶後，有聆聽音樂時， $\alpha$  能量值皆會上升，且恢復到基礎線高點的時間較迅速； $\beta$  量值皆能下降，但有聽音樂時，下降的比例較高。**

根據本研究結果顯示，工作記憶後，不論是否有聽音樂會， $\alpha$  能量值皆會慢慢恢復，但在有限的時間內，有聽音樂較容易於短時間內，將被工作記憶壓抑的  $\alpha$  能量值恢復到沒有被壓抑之前。雖然工作記憶後不聽音樂，壓抑的  $\alpha$  能量值也會慢慢恢復，但是沒有聽音樂時， $\alpha$  能量值較難短時間內恢復到基礎線的  $\alpha$  能量值，時間必須延長才能慢慢恢復；相對的，有聆聽音樂時，能分散工作記憶情境帶給大腦的負荷，讓  $\alpha$  能量值皆能快速恢復、甚至高於基礎線的  $\alpha$  能量值。

在  $\beta$  能量值也有相同的情型，工作記憶後已經不需專注執行任務，增加大腦的負荷，因此  $\beta$  能量值幾乎都會慢慢的下降，但有聆聽音樂的情況， $\beta$  能量值較容易下降至原本基礎線的  $\beta$  能量值，甚至低於基礎線的  $\beta$  能量值。

從上述可知，高專注力工作結束後，如果想要放鬆，並不是不做任何事情，因為不從事任何事情，並不能短時間內讓身體產生放鬆的感受，需要較長的時間來分散大腦的負荷。如要真正能有放鬆的感受，需透過其他事物來產生放鬆的感覺，從本實驗發現，聆聽音樂可以成為讓人放鬆的方法之一。

**五、真實生理的反應，與認知上的判斷非常不同；實際生理上的放鬆數據，高於個人認知的放鬆判斷。**

本研究中，受試者對於自己放鬆程度的個人認知較低，尤其是音樂系在判斷放鬆程度時，會有較高的標準，甚至會因為音樂學習的認知，因而對樂曲產生先入為主的看法，影響個人對自己生理狀態的判斷。經過實際測量，音樂系學生放鬆程度都高於自我評量的結果，可見認知上的判斷與生理上的實際情形並不一定會相同。

## 第二節 建議

根據本研究結果，對音樂教育工作者、未來研究者與音樂聆聽者提出建議，內容歸納如下：

### 一、給從事音樂教育工作者之建議

#### （一）瞭解音樂更能透過音樂來放鬆身心

現代工作繁忙，學習放鬆是每個人必須要學習的課程。經過實驗結果發現，能有一定程度的音樂結構理解，在聆聽音樂時，更能經由聆聽音樂帶來放鬆的感受；音樂學習背景越充足，能從聆聽音樂得到的放鬆程度也會較高。因此從事音樂教育工作者，需要更努力的讓更多人能理解音樂的語法，讓更多人能瞭解音樂的美，進而讓受教育者能從聆聽音樂得到放鬆的狀態。

#### （二）古典音樂不退流行

古典音樂雖然是很久遠的樂曲，但能流傳這麼久，自然有其保存的價值，況且沒有過去時代的音樂，也不會有現代的流行音樂。未來，希望音樂教育工作者，能使用多元的方式來介紹古典音樂的美感，讓更多人願意主動接觸、理解古典音樂，讓古典音樂融入日常生活中，而不是曲高和寡，致使音樂與生活脫節。

### 二、給未來相關研究之建議

#### （一）樂曲的選擇

由於時間上關係，本次研究侷限於五首古典音樂，未來的研究，在選曲上可增加不同的音樂類型於實驗中，建立更完整的清單。讓人們希望透過聆聽音樂放鬆時，有更多種類的曲目以供挑選。

#### （二）受試者的挑選

受試者的挑選中，背景變項的差異須更仔細調查受試者的音樂學習背景。過去的文獻也有提及，有較多音樂學習背景的人，在聆聽音樂上，更容易融入其中，因此，只單純用大學的科系做為分類，會影響到研究結果的判讀。

#### （三）實驗干擾變項的控制

由於腦波能忠實的反應人體的狀況，受試者於前一天的精神狀態、以及受試前的行為皆會影響腦波的結果，如果要比較不同日期的實驗結果，須將干擾變項盡可能的去除，包含受試者前一天的睡眠時間，實驗當天受試者的身心狀態，實驗地點等，來免除影響

實驗結果的因素。

#### （四）收集其他的生理資料

本次研究只專注於腦波的收集，並無關注於其他的生理資訊，包含心跳、血壓、呼吸頻率、體溫、腎上腺皮質激素及皮質醇等，如能更全面瞭解受試者的生理資訊，更能完整的理解受試者在聆聽音樂時的真實生理狀態。

#### （五）增加受試者觀察表

經由這次的研究過程中發現，在實驗的過程，受試者聆聽音樂時，身體、表情會有不同的反應。而透過實驗後的小訪談，受試者講述自己是容易焦躁、緊張的個性，從腦波的數據，以及受試者在實驗時，身體焦躁的移動，如聽音樂手指頭會不停的互相摩擦、腳會不停的在地上做規律的移動等，或是聆聽音樂時，面部表情的改變，以上的行為依稀出現焦躁、緊張的線索，建議未來的研究，可增加實驗時的受試者觀察表，讓研究結果能從更多不同的角度去解析。

### 三、給音樂聆聽者之建議

#### （一）聆聽音樂的環境與硬體

本次的實驗地點，皆會安排在相同的地方，但是周圍的環境還是會影響聆聽者的心情，例如在教室聆聽音樂，教室本身對某些容易焦躁的學生來說，不是能完全放鬆的地點，建議聆聽音樂時的環境，是聆聽者自己對該空間就不會感到有壓力。此外，本次實驗的椅子質地較為堅硬，身體難以放鬆，因此，聽音樂放鬆的效果會打折扣，建議未來要放鬆聽音樂時，盡量選擇聆聽者個人覺得柔軟且舒適的椅子。

#### （二）放鬆樂曲的選擇

放鬆樂曲的選擇，目前坊間有各式各樣的說法，基本上要能放鬆的音樂，速度還是不能太快，音樂的起伏也不能過大。經由本次實驗發現，對於樂曲的喜好程度是會影響聆聽音樂的放鬆程度。因此，建議未來要挑選放鬆的樂曲，可從個人喜好的音樂中，挑選速度偏慢、樂曲起伏程度也較小的樂曲。

#### （三）音樂系的學生選擇的音樂類型與聆聽時的心態

由於音樂系的學生接觸的樂曲種類較多，在本次實驗後小訪談，有幾位音樂系的受試者提出，本次實驗的樂曲本身個人是喜歡的，但是實驗中提供的版本詮釋，他個人不喜歡，因而影響到他聆聽時的心情，此外，也有幾位受試者提到，本身剛好學習樂曲中的某些樂器，因而在聆聽時，會一直想要如何演奏該片段，難以單純聆聽音樂。因此，

建議未來音樂系的學生如想透過聆聽音樂來放鬆身心，版本的挑選很重要，個人的聆聽習慣不能拘泥於自己學習過的樂器經驗，要能調整至整體單純的聆聽音樂。



## 參考文獻

### 中文部分

- 丁淑萍(2006)。**臺北市國中教師自覺疲勞感與職業壓力、健康生活形態之相關研究**。(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 大寶科技有限公司(2013年5月26日)。**大寶科技有限公司官方網站之腦波實驗套件**。  
取自 <http://www.alchemytech.com.tw/>
- 王文科、王智弘(2008)。**教育研究法**。臺北市：五南，557。
- 王春展、潘婉瑜(2006)。**大學生的生活壓力與其因應策略**。**嘉南學報**，**32**，469-483。
- 王駿濠、蔡佳良(2009)。**不同身體活動量老年人執行工作記憶情境下的認知電生理表現**。**運動科學與醫學**，**105**，121-128。
- 王駿濠、蔡佳良(2011)。**高活動量女性長者之視覺空間工作記憶：行為與事件相關電位之研究**。**中華衛生心理學刊**，**24(3)**，345-380。
- 王駿濠、蔡佳良、涂國誠、曾鈺婷、蔡馨梅(2010)。**從事件相關電位探討羽球訓練對女大學生視覺空間工作記憶的影響**。**大專體育學刊**，**12(4)**，29-43。
- 毛雪慧(2004)。**國中基本學力測驗與工作記憶**。(未出版之碩士論文)。國立中正大學，嘉義縣。
- 田意民、許儷絹、戴浩一、楊育芳(2014)。**以工作記憶與創造力解析資優生的句法理解歷程**。**中華心理學刊**，**56(3)**，1-18。
- 江漢聲(2007)。**如何把音樂運用到未來的醫學領域**。**臺灣醫學**，**11(2)**，175-177。
- 行政院衛生署編印。**民國 91 年至 100 年全國自殺死亡統計暨 95 年至 100 年自殺通報統計**。(2012年4月)
- 行政院衛生福利部統計處。**民國 101 年縣市別主要死因**。(2013年6月6日)
- 杜婉茹、孟令夫、王方伶、盧秋萍(2009)。**空間與物件視覺工作記憶之腦電生理發現：文獻回顧**。**職能治療學會雜誌**，**27(2)**，64-76。
- 李文禮、宋惠娟、劉淑馨(2012)。**等待正子斷層掃描檢查病人之焦慮：東方舒緩音樂聆聽成效研究**。**慈記技術學院學報**，**19**，159-170。
- 李玉琇(2000)。**工作記憶的限制在人因心理學中的意涵**。**應用心理研究**，**5**，55-67。
- 李維靈、郭世和、張利中(2004)。**音樂偏好與情緒至力之相關研究－以某大學休閒系**

- 一年級學生為例之初探。**大葉學報**，**13(2)**，39-47。
- 李維靈、張利中、郭世和（2006）。應用音樂探所活動增進大學生情緒智力之研究。**中華輔導學報**，**20**，153-174。
- 何志培（2003）。用音樂抒解壓力。**諮商與輔導**，**206**，54-55。
- 周育如、樂可天（2013）。應用工作記憶理論促進學習成效之研究初探。**慈濟大學教育研究學刊**，**9**，33-68。
- 周裕欽（2000）。工作記憶對國小五年級不同理解能力學童的區辨效果研究。**臺東師院學報**，**11**，157-194。
- 吳子揚（2012）。專科知識對工作記憶的影響。（未出版之碩士論文）。國立中正大學，嘉義縣。
- 林威志、邱安煒、徐建業、邱泓文（2005）。聆聽音樂時腦波及心率變異性之變化。**醫療資訊雜誌**，**14(2)**，27-36。
- 林珍如、夏荷立（譯）（1999）。莫札特效應：音樂身心靈療法（Campbell, D.）。臺北市：先覺。
- 林煜超、陳芳瑩（2008）。個人差異在視覺空間工作記憶之比較。**聯大學報**，**5(2)**，163-174。
- 林漢裕、李玉琇（2010）。空間短期記憶、空間工作記憶與空間能力對圖學表現的影響。**設計學報**，**15(4)**，1-18。
- 林緯倫（2006）。不同創造力運作與認知抑制、工作記憶廣度間關係之探討。（未出版之博士論文）。國立臺灣大學，臺北市。
- 林曉昀、徐芝君、陳學志、邱發忠（2013）。工作記憶廣度與創造力表現之關聯性研究。**創造學刊**，**4(2)**，31-55。
- 洪元元（2009）。從使用者音樂聆賞歷程探討線上音樂分類架構。（未出版之碩士論文）。國立臺灣大學，臺北市。
- 洪慧容、王璟璇（1999）。最後的旋律-音樂治療於癌症病患之照護。**護理雜誌**，**46(5)**，81-85。
- 神念科技有限公司（2013年9月23日）。神念科技有限公司臺灣地區官方網站之儀器說明。取自<http://www.neurosky.com/zh-Hant/AboutUs/AboutUs.aspx>
- 唐惠君、柯天路、卓俊伶、洪聰敏（2008）。學齡前兒童身體活動課程與工作記憶：腦波功率與相干性。**臺灣運動心理學報**，**12**，39-60。

- 孫光天、許家彰、李耀全、孫嘉臨（2007年11月）。不同音樂對大腦腦波影響變化之研究。「**2007年國際醫學資訊研討會**」發表之論文，臺灣。
- 許育銓、施以諾、陳美伶、謝弘一、林宛儀（2010）。音樂偏好與華人心理健康之相關性—以大學生為對象之前趨研究。**輔仁醫學期刊**，**8(3)**，145-152。
- 陳以青（2004）。**學習障礙兒童在工作記憶表現之探討**（未出版之碩士論文）。國立中正大學，嘉義縣。
- 陳成福（譯）（1990）。**腦與心理學—適應行為的生理心理學**（原作者：二木宏明）。臺北市：東方出版社。
- 陳美如（譯）（2004）。**標準音樂治療入門**（筱田知璋、加藤美知子主編）。臺北市：五南。
- 陳建宇、黃永廣、廖允在、何秉諺（2007）。古典與電子音樂對腦波影響之研究。**電子化優質健康照護**，373-386。
- 陳湘淳、李玉琇（2005）。記憶策略訓練對工作記憶龍量的影響。**教育心理學報**，**37(1)**，41-59。
- 陳湘淳、蔣文祁（2011）。注意力控制在工作記憶發展中的角色。**應用心理研究**，**52**，95-127。
- 陳學志（2012）。工作記憶與教學。**應用心理研究**，**53**，12-17。
- 陳麒合（2003）。**記憶策略訓練對工作記憶容量的影響**（未出版之碩士論文）。國立中正大學，嘉義縣。
- 莊佩旻（2005）。**奧福音樂活動對幼兒注意力及腦波影響**（未出版之碩士論文）。私立樹德科技大學，高雄市。
- 莊惠君（2012）。**腦波耳機Neurosky檢測多元音樂聆聽之網路介紹與傳播**。行政院國家科學委員會產學合作計畫（編號：NSC 101-2622-H-003-001-CC3），未出版。
- 郭俊顯（譯）（2004）。**心智的迷思：探索大眾對心智與大腦的普遍想法**（原作者：Sala, S. D.）。臺北市：心理出版社。
- 張佐文（1989）。影像討論--腦波簡介。**慈濟醫學雜誌**，85-89。
- 賀豫、黃雅文（2008）。六年級學生壓力事件、因應方式與挫折復原力研究—以臺北縣某國小為例。**健康促進與衛生教育學報**，**30**，133-148。
- 黃靜芳、吳舜文（2007）。大學生音樂選曲與情緒反應之相關研究。**國際藝術教育學刊**，54-70。

- 黃靜芳(2010)。音樂要素與聆賞者因素對聆賞情緒之影響研究。(未出版之博士論文)。  
國立臺灣師範大學，臺北市。
- 黃靜芳(2011)。揭開音樂請出情緒的神秘面紗。**美育**，**186**，36-43。
- 曾櫻枝、袁瑞昱、鄭綺(2012)。運動訓練對巴金森氏病個案注意力及工作記憶之改善成效—前趨研究。**新臺北護理期刊**，**14(1)**，17-28。
- 葉人慈(2011)。音樂情緒及其腦電波頻譜動態之探討。(未出版之碩士論文)。國立交通大學，新竹市。
- 葉重新(2010)。**教育研究法**。臺北市：心理出版社，282。
- 張春興(2007)。**教育心理學**。臺北市：臺灣東華書局，144-150。
- 張春興(2010)。**現代心理學**。臺北市：臺灣東華書局，69-71、199-202。
- 楊玉齡(譯)(2012)。**念力—讓腦波直接操控機器的新科技、新世界**(原作者：Nicoletis, M.)。臺北市：天下遠見。
- 詹克明(譯)(1987)。**神經心理學**(原作者：Walsh, K. W.)。臺北市：五洲，1-95。
- 鄭心怡(2007)。**臺南地區老年人音樂偏好與聆聽音樂之生理反應**。(未出版之碩士論文)。國立臺南大學，臺南市。
- 鄭麗玉(1993)。**認知心理學：理論與應用**。臺北市：五南，49-55。
- 蔡卓宇(2007)。**記憶負荷量以及運作同質性對雙作業協調的影響**。(未出版之碩士論文)。國立臺灣大學，臺北市。
- 劉豐國(2010)。**以腦波評估噪音對人的反應之影響**。(未出版之碩士論文)。  
嘉南藥理科技大學，臺南市。
- 歐秀慧(2006)。**以腦波知識看孔子樂論及現代樂教的應用**。**研究與動態**，**13**，1-18。
- 蔣文祈(2011)。**工作記憶與兒童的數學學習**。**應用心理研究**，**52**，57-93。
- 賴孟龍(2012)。**工作記憶對學齡前兒童數學發展的影響**。**應用心理研究**，**53**，5-7。
- 賴倩瑜、蘇幼雲、林帥廷、余靜雲、林怡君(2010)。**音樂與約束對保護室精神病患情緒控制之成效**。**護理暨健康照護研究**，**6(4)**，308-318。
- 賴敏裕(譯)(2010)。**漫畫醫學史**(原作者：茨木保)。臺北市：合記圖書。
- 謝明慧(2002)。**長期疲勞症候群患者執行持續性認知作業的量化腦波及行為表現**。(未出版之碩士論文)。國立成功大學，臺南市。
- 謝麗鳳、劉淑珍、林惠蘭、陳美碧(2008)。**探討音樂治療對首次化學治療病人焦慮及憂鬱之改善成效**。**榮總護理**，**25(2)**，137-145。

簡佑宏、陳建雄、黃室苗、張文德、江潤華（2005）。運用腦波測量儀量測聽覺情緒反應。中原學報，33(1)，123-131。

關尚勇、林吉和（2007）。**破解腦電波—EEG 教材**。新北市：藝軒。

Gathercole, S. E、李玉琇、王馨敏（2011）。工作記憶在教室中的應用。應用心理研究，52，37-55。

## 英文部分

- Abeles, H. F., & Chung, J. W. (1996). Responses to music. In D. A. Hodges (Ed.), *Handbook of music psychology* (pp. 285-342). Saint Louis, MI: MMB Music.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of learning and motivation*, 8, 47-89.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2000). Development of working memory: Should the Pascual-Leone and the Baddeley and Hitch models be merged? *Journal of experimental child psychology*, 77(2), 128-137.
- Bugos, J. A., Perlstein, W. M., McCrae, C. S., Brophy, T. S., & Bedenbaugh, P. H. (2007). Individualized piano instruction enhances executive functioning and working memory in older adults. *Aging and Mental Health*, 11(4), 464-471.
- Costa, L., Arruda, J. E., Stern, R. A., Somerville, J. A., & Valentino, D. (1997). Asymptomatic HIV-infected women: preliminary study of quantitative EEG activity and performance on a continuous performance test [ Abstract ] . *Perceptual and Motor Skills*, 85(2), 1395.
- Cowan, N. (1997). *Attention and memory : an integrated framework* [electronic resource]. New York, NY:Oxford University Press. Retrieved from <http://site.ebrary.com/lib/ntnulib/docDetail.action?docID=10142055> (Original work published in 1995)
- Crowley, K., Sliney, A., Pitt, I., Murphy, D. (2010). Evaluating a brain-computer interface to categorise human emotional response. *Advanced Learning Technologies (ICALT) IEEE 10th International Conference, Tunisia*, 276-278.
- De Dreu, C. K., Nijstad, B. A., Baas, M., Wolsink, I., & Roskes, M. (2012). Working memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained task-focused attention. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 38(5), 656-669.
- d'Esposito, M., Aguirre, G. K., Zarahn, E., Ballard, D., Shin, R. K., & Lease, J. (1998). Functional MRI studies of spatial and nonspatial working memory. *Cognitive Brain Research*, 7(1), 1-13.
- DiBona, G. F. (2005). Physiology in perspective: the wisdom of the body. Neural control of the kidney. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 289(3), 633-641.
- Emery, C. F., Hsiao, E. T., Hill, S. M., & Frid, D. J. (2003). Short-term effects of exercise and music on cognitive performance among participants in a cardiac rehabilitation

- program. *Heart & Lung: The Journal of Acute and Critical Care*, 32(6), 368-373.
- Farnsworth, P. R. (1954). A study of the Hevner adjective list. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 13(1), 97-103.
- Franklin, M. S., Moore, K. S., Yip, C. Y., Jonides, J., Rattray, K., & Moher, J. (2008). The effects of musical training on verbal memory. *Psychology of Music*, 36(3), 353-365.
- Guðmundsdóttir, K. (2011). *Improving players' control over the neurosky brain-computer interface* (SC Report T-619-LOKA). Retrieved from Reykjavik University, Iceland, school of Computer Science website:  
[http://skemman.is/stream/get/1946/9187/23012/2/ImprovingPlayersControlOverNeuroSkyBCI\\_FinalReport\\_kristingud08.pdf](http://skemman.is/stream/get/1946/9187/23012/2/ImprovingPlayersControlOverNeuroSkyBCI_FinalReport_kristingud08.pdf)
- Haapalainen, E., Kim, S. J., Forlizzi, J. F., Dey, A. K. (2010). *Psycho-physiological measures for assessing cognitive load*. Paper presented at the 12<sup>th</sup> ACM international conference on Ubiquitous computing, New York, 301-310.
- Hambrick, D. Z., & Engle, R. W. (2002). Effects of domain knowledge, working memory capacity, and age on cognitive performance: An investigation of the knowledge-is-power hypothesis. *Cognitive psychology*, 44(4), 339-387.
- Hedden, T., & Gabrieli, J. D. (2004). Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(2), 87-96.
- Hiroka, E., & Ohira, H. (2003). The effects of music listening after a stressful task on immune functions, neuroendocrine responses, and emotional states in college students. *Journal of Music Therapy*, XL(3), 189-211.
- Juslin, P. N., & Västfjäll, D. (2008). Emotional responses to music: the need to consider underlying mechanisms. *Behavioral and Brain Sciences*, 31(5), 559-575.
- Kail, R., & Hall, L. K. (2001). Distinguishing short-term memory from working memory. *Memory & Cognition*, 29(1), 1-9.
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: a latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(2), 189-217.
- Kuriki, S., Kanda, S., & Hirata, Y. (2006). Effects of musical experience on different components of MEG responses elicited by sequential piano-tones and chords. *The Journal of Neuroscience*, 26(15), 4046-4053.
- Lebrun-Guillaud, G., Tillmann, B. (2008). Perception of tonal and temporal structures in chord sequences by patients with cerebellar damage. *Music Perception*. 25(4), 271-283.

- Luo, A., Szibbo, D., Forbes, J., & Sullivan, T. J. (2011). Neural correlates of mindfulness practice for naive meditators. *In Affective Computing and Intelligent Interaction*, 477-486.
- Luo, A. & Sullivan, T. J. (2010). A user-friendly SSVEP-based brain–computer interface using a time-domain Classifier. *Journal of Neural Engineering*. 7(2), 1-10. doi: 10.1088/1741-2560/7/2/026010.
- Maclean, L. M., Brown, L. J., & Astell, A. J. (2013). The effect of rhythmic musical training on healthy older adults’ gait and cognitive function. *The Gerontologist Advance Access*, 1-10. doi:10.1093/geront/gnt050
- Masahira, Y., Shinobu, N., & Jun, S. (2007). Positive musical effects on two types of negative stressful conditions. *Psychology of Music*, 35(2), 249–275. doi:10.1177/0305735607070375
- Mitchell, L. A., & Macdonald, R. A. R., & Knussen, C., & Serpell, M. G. (2007). A survey investigation of the effects of music listening on chronic pain. *Psychology of Music*, 35(1), 37–57 .doi: 10.1177/0305735607068887
- Neurosky, Inc. (2009). Brain wave signal (EEG) of NeuroSky. publisher by University of Wollongong in December 15, 2009.
- Rebolledo-Mendez, G., & De Freitas, S. (2008). Attention modeling using inputs from a Brain Computer Interface and user-generated data in Second Life. In *The Tenth International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI 2008)*, Greece, 1-5.
- Rebolledo-Mendez, G., Dunwell, I., Martínez-Mirón, E. A., Vargas-Cerdán, M. D., Freitas, S. d., Liarakapis, F. & García-Gaona, A. R. (2009). Assessing NeuroSky’s usability to detect attention levels in an assessment exercise. *Human-Computer Interaction*, 5610, 149-158.
- Reimer, B. (2003). *A philosophy of music education: Advancing the vision* (3rd ed.), 76-89. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Salimpoor, V.N., Benovoy, M., Longo, G., Cooperstock, J. R., Zatorre, R. J. (2009). The rewarding aspects of music listening are related to degree of emotional arousal. *PloS one*, 4(10), 1-14. doi:10.1371/journal.pone.0007487
- Shah, P., & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: an individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125(1), 4-27.
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of*

*Experimental Psychology*, 59(4), 745-759.

Wagner(1975). Effect of music and biofeedback on alpha brainwave rhythms and attentiveness. *Journal of Research in Music Education*, 23(3), 3-13.

Yasui, Y. (2009). A brain signal measurement and data processing technique for daily life applications. *Journal of Physiological Anthropology*, 28(3), 145-150.

Yu, Y., FitzGerald, T. H., & Friston, K. J. (2013). Working Memory and Anticipatory Set Modulate Midbrain and Putamen Activity. *The Journal of Neuroscience*, 33(35), 14040-14047.

# 附錄一

## 自願參加 Neurosky 耳機檢測工作記憶與聆聽古典音樂之同意書

編號：\_\_\_\_\_

姓名：\_\_\_\_\_

性別：男 女

實歲：\_\_\_\_\_歲

學院：\_\_\_\_\_

感謝您願意參與本研究，以下為本次實驗之相關事項，請您注意與配合：

- 一、本次實驗共兩次，每次約半小時，全程配戴 Neurosky 耳機檢測您工作記憶時以及聆聽音樂時的腦波狀況。
- 二、實驗結果僅做為學術研究之用，所有資料將保密，未來將以匿名方式呈現。
- 三、由於本機器為高科技產品，受測時，請盡量保持身體的穩定，不要隨意更換姿勢。
- 四、實驗進行時，請勿讓身體接觸資訊電子產品（如：智慧型手機）；同時請將所有資訊電子產品關機，以免干擾儀器的準確度。
- 五、研究參與者有權在任何情況下，告知施測者需要中斷實驗。
- 六、每次實驗完成後，研究參與者可獲得一百元的 7-11 商品卡。

本人已詳細閱讀並知悉上述內容，確實瞭解實驗進行過程與參與者的權益，願意接受本次實驗，並同意將研究結果提供學術研究使用。

受測者：\_\_\_\_\_（簽名）

施測者：\_\_\_\_\_（簽名）

填答日期：2013 年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

## 附錄二

### 研究參與者基本資料表

親愛的同學，您好：

本問卷不具名，資料表中的答案無對錯與好壞之分，填答結果僅供學術研究，資料絕對保密，請依照真實情形放心作答。

你的意見非常寶貴。衷心感謝你的合作與參與！

國立臺灣師範大學音樂學系碩士班音樂教育組  
研究生 何翊嘉 謹啟  
指導教授 莊惠君博士

#### 基本資料

1. 性別：男 女
2. 學院：教育學院 文學院 藝術學院 科技學院  
運動與休閒學院 國際與僑教學院 音樂學院  
管理學院 社會科學學院 理學院  
其他：\_\_\_\_\_
3. 實歲：滿 18 歲至 20 歲 滿 21 歲至 22 歲  
滿 23 歲至 24 歲 滿 25 歲以上
4. 每週聆聽音樂頻率：  
每天聽 一週聽 4 至 6 次 一週聽 2 至 3 次  
一週聽 1 次 沒有聆聽音樂的習慣
5. 曾經聆聽過音樂的類型：(可複選)  
古典音樂 搖滾音樂 電子音樂 世界音樂 民族音樂  
輕音樂 流行音樂 其他：\_\_\_\_\_
6. 偏好聆聽什麼類型的音樂：(請排序 1~3，最喜歡的類型為“1”，以此類推)  
古典音樂 搖滾音樂 電子音樂 世界音樂 民族音樂  
輕音樂 流行音樂 其他：\_\_\_\_\_

7. 曾經學過的樂器：(可複選)

無

鋼琴 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

小提琴 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

大提琴 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

長笛 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

其他：\_\_\_\_\_ 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

8. 曾經參加過的音樂性社團：(可複選)

無

合唱 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

管樂團 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

吉他社 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

熱音社 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

其他：\_\_\_\_\_ 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

~資料表結束，謝謝您的填答~

## 附錄三

### 研究參與者之音樂喜好、熟悉與放鬆度評量表

親愛的同學，您好：

本評量表不具名，評量表中的答案無對錯與好壞之分，填答結果僅供學術研究，資料絕對保密，請依照真實情形放心作答。

你的意見非常寶貴。衷心感謝你的合作與參與！

國立臺灣師範大學音樂學系碩士班音樂教育組  
研究生 何翊嘉 謹啟  
指導教授 莊惠君博士

#### 音樂評量表

填答說明：每一首樂曲請同學聆聽後，圈選對於該樂段放鬆程度。程度分為五個等級，由 1 至 5 (最弱至最強程度) 標示請各位同學依據實際聆聽之狀況，圈選最適合的答案。

曲目 1					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5

曲目 2					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5

曲目 3					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5

曲目 4					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5

曲目 5					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5

~評量表結束，謝謝您的作答~

## 附錄四

### 選曲評量表

親愛的同學，您好：

本研究旨為瞭解什麼類型的古典音樂，適合身心放鬆。以下共有 15 首古典音樂片段，每首樂曲約 30 秒至 90 秒，請同學們聆聽後，依個人感覺作答。

本問卷不具名，評量表中的答案無對錯與好壞之分，填答結果僅供學術研究，資料絕對保密，請依照真實情形放心作答。

你的意見非常寶貴。衷心感謝你的合作與參與！

國立臺灣師範大學音樂學系碩士班音樂教育組  
研究生 何翊嘉 謹啟  
指導教授 莊惠君博士

#### 第一部分 基本資料

1. 性別：男 女
2. 學院：教育學院 文學院 藝術學院 科技學院  
運動與休閒學院 國際與僑教學院 音樂學院  
管理學院 社會科學學院 其他：\_\_\_\_\_
3. 實歲：滿 18 歲至 20 歲 滿 21 歲至 22 歲  
滿 23 歲至 24 歲 滿 25 歲以上
4. 每週聆聽音樂頻率：  
每天聽 一週聽 4 至 6 次 一週聽 2 至 3 次  
一週聽 1 次 沒有聆聽音樂的習慣
5. 曾經聆聽過音樂的類型：(可複選)  
古典音樂 搖滾音樂 電子音樂 世界音樂 民族音樂  
輕音樂 流行音樂 其他：\_\_\_\_\_
6. 偏好聆聽什麼類型的音樂：(請排序 1~3，最喜歡的類型為“1”，以此類推)  
古典音樂 搖滾音樂 電子音樂 世界音樂 民族音樂  
輕音樂 流行音樂 其他：\_\_\_\_\_

7. 曾經學過的樂器：(可複選)

無

鋼琴 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

小提琴 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

大提琴 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

長笛 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

其他：\_\_\_\_\_ 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

8. 曾經參加過的音樂性社團：(可複選)

無

合唱 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

管樂團 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

吉他社 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

熱音社 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

其他：\_\_\_\_\_ 不到一年 或 \_\_\_\_\_年

9. 兩年內，曾於下列場所觀賞藝術表演的次數：(可複選)

無

國家音樂廳 去過 1 次 或 \_\_\_\_\_次

國家戲劇院 去過 1 次 或 \_\_\_\_\_次

國家演奏廳 去過 1 次 或 \_\_\_\_\_次

國家實驗劇場 去過 1 次 或 \_\_\_\_\_次

城市舞臺 去過 1 次 或 \_\_\_\_\_次

臺北市中山堂 去過 1 次 或 \_\_\_\_\_次

國父紀念館 去過 1 次 或 \_\_\_\_\_次

## 第二部分 放鬆音樂評量表

填答說明：每一首樂曲共有兩個向度，請同學聆聽後，圈選對於該樂段放鬆以及憂鬱程度。每個項目的程度分為五個等級，由 1 至 5 (最弱至最強程度) 標示請各位同學依據實際聆聽之狀況，一一圈選每項最適合的答案。

曲目 1					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

曲目 2					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

曲目 3					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

曲目 4					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

曲目 5					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

(續下頁)

曲目 6					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

曲目 7					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

曲目 8					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

曲目 9					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

曲目 10					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

曲目 11					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

(續下頁)

曲目 12					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

曲目 13					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

曲目 14					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

曲目 15					
放鬆程度	非常不放鬆 1	不放鬆 2	普通 3	放鬆 4	非常放鬆 5
憂鬱程度	非常不憂鬱 1	不憂鬱 2	普通 3	憂鬱 4	非常憂鬱 5

~評量表結束，謝謝您的作答~